

# ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JANVIER 1928.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE HAMY.

---

## MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS** adresse ampliation du décret, en date du 30 décembre 1927, qui porte approbation de l'élection que l'Académie a faite de Sir **ERNEST RUTHERFORD** pour occuper la place d'Associé étranger vacante par le décès de M. *Charles Walcott*.

Il est donné lecture de ce décret.

M. le **PRÉSIDENT** souhaite la bienvenue à M. **BILMANN**, professeur à l'Université de Copenhague, qui assiste à la séance.

GÉOLOGIE. — *La nappe des Aiguilles d'Arves entre le Lautaret et la Vallouise.*

Note <sup>(1)</sup> de M. **PIERRE TERMIER**.

La *nappe des Aiguilles d'Arves* (Jean Boussac), ou *nappe de l'Embrunais* (Émile Haug), est la plus basse des unités tectoniques accumulées qui constituent le paquet de nappes des Alpes françaises. Elle repose sur le pays autochtone qui comprend les massifs cristallins du Mercantour, du Pelvoux, du Mont Blanc et leur couverture sédimentaire. Elle a sur elle la nappe du Briançonnais. Elle est caractérisée dans ses affleurements par le grand développement qu'y prennent les terrains paléogènes. Elle apparaît comme un large et profond synclinal nummulitique, probablement très complexe, c'est-

---

<sup>(1)</sup> Séance du 3 janvier 1928.



à-dire accidenté de très nombreux replis; replis manifestés, çà et là, par la survenue, au milieu des assises tertiaires, de minces lames anticlinales faites de terrains secondaires. Mais ces lames sont rares; et rien ne manifeste mieux que leur rareté l'épaisseur immense que, dans le synclinal en question, ont eue à l'origine et même ont encore les étages du Nummulitique. De cette épaisseur, nous n'avons d'ailleurs aucune mesure précise. Quand la bande qui représente l'affleurement de la nappe est étroite, comme au Lautaret, on est tenté de croire que le Nummulitique est ici peu de chose; mais bientôt, de part et d'autre, la bande s'élargit et comprend de hautes montagnes; on voit alors que la puissance réelle du Nummulitique atteint 2000<sup>m</sup>, peut-être davantage. L'étroitesse de la bande d'affleurements, là où elle est étroite, est donc un *resserrement tectonique*. D'où la véritable définition de l'unité Aiguilles d'Arves: elle est le produit du resserrement et du déversement d'un synclinal complexe formé aux dépens d'une région où le Nummulitique avait une énorme épaisseur; ce synclinal s'en va très loin, à l'Est, en profondeur, sous la nappe du Briançonnais qui, dans son ensemble et abstraction faite de ses replis originels et de ses plissements secondaires, est elle-même un grand anticlinal couché et charrié sur le pays nummulitique.

Nous avons depuis peu, grâce à M. Schoeller <sup>(1)</sup>, une connaissance beaucoup plus exacte de la bande d'affleurements de la nappe des Aiguilles d'Arves dans la Tarentaise et la Maurienne, et un essai de poursuite de cette même bande en Suisse et en Italie. Je veux aujourd'hui la décrire sommairement le long du bord oriental du Pelvoux, entre le Lautaret et la Vallouise: c'est un parcours d'environ 25<sup>km</sup> où la bande est toujours fort étroite et même, localement, entre le Rocher de l'Yret et les Neyzets, disparaît entièrement, *réduite à zéro* <sup>(2)</sup>. Sa largeur, près du Lautaret, est voisine de 1<sup>km</sup>; elle est de 400 ou 500<sup>m</sup> sous la Condamine, augmente peu à peu au delà des Claux, pour atteindre au moins 2<sup>km</sup> à Vallouise et grandir ensuite, très rapidement, jusqu'à plus de 15<sup>km</sup>. On peut prévoir que, dans cette région d'énorme *resserrement tectonique*, la bande ne montrera qu'une très petite partie, et non toujours la même, des étages nummulitiques; qu'elle ne présentera qu'un Nummulitique raccourci, incomplet, difficilement déchiffrable, formé de lentilles que séparent des surfaces de

---

(1) H. SCHOELLER, *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4<sup>e</sup> série, 27, 1927, p. 77; et *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1497.

(2) Carte géologique au  $\frac{1}{500000}$  dans *Les montagnes entre Briançon et Vallouise* (*Mémoires de la Carte géologique de la France*, 1903).



glissement dont l'exacte position et l'importance relative resteront toujours mal connues, sinon même tout à fait inconnaisables.

On sait que la mer nummulitique, au Priabonien, a submergé la partie orientale du massif du Pelvoux. Il arrive donc que, le long du bord oriental de ce massif, affleure du Nummulitique *collé au Pelvoux*, du Nummulitique *autochtone*, formé, à sa base, de conglomérats ou de grès grossiers à galets de roches du Pelvoux (granite, gneiss, calcaires du Trias) et, un peu plus haut, de calcaires blancs à petites Nummulites. Le Nummulitique charrié, le Nummulitique Aiguilles d'Arves, vient alors toucher le Nummulitique autochtone et reposer sur lui; et comme, dans ces deux Nummulitiques, schistes et grès se ressemblent beaucoup, le bord occidental de la nappe des Aiguilles d'Arves est, dans ce cas, très imprécis.

D'autre part, le bord oriental de la nappe des Aiguilles d'Arves est parfois malaisé à définir; car il arrive que, dans les replis ou les *écaillés* du bord externe briançonnais, il y ait des lames de Nummulitique, et que les terrains secondaires de ce bord briançonnais soient très semblables aux terrains de même âge inclus, çà et là, dans la nappe des Aiguilles d'Arves. La surface de charriage qui sépare les deux nappes ne se distingue point, alors, des nombreux contacts anormaux que présente le pays briançonnais. Aucune de ces difficultés n'a échappé à Jean Boussac, à qui l'on doit, sur la nappe des Aiguilles d'Arves aux alentours du Lautaret, les premières observations tectoniques qui comptent (<sup>1</sup>).

Dans le massif des Trois-Évêchés; au nord du Lautaret; il n'y a pas de Nummulitique autochtone; le contact du Lias et du Trias autochtones et de la nappe, avec charriage certain et très ample, se suit facilement; il passe au col de Côte-Pleine. Le Nummulitique charrié est le *Flysch schisto-gréseux* de Boussac, ici plus gréseux que schisteux. Les poudingues manquent, et, dans la nappe, nous n'en trouverons pas trace jusqu'à Vallouise. Au col même du Lautaret, tout à côté des hôtels, le même Flysch repose sur le Lias autochtone. La route Nationale offre une belle coupe de ce Flysch : grès brunâtres, et schistes noirs un peu micacés, les uns et les autres très broyés, froissés, gaufrés, *gondolés*. Tantôt les grès, tantôt les schistes dominent.

Sous l'escarpement gneissique de Combeynot, au-dessus du hameau de la Madeleine, à peu près en face de la tête amont du deuxième tunnel de la

---

(<sup>1</sup>) JEAN BOUSSAC, *Études stratigraphiques sur le Nummulitique alpin* (*Mémoires de la Carte géologique de la France*, 1912, p. 33).



route Nationale, le Nummulitique autochtone apparaît, mince lentille de conglomérats à galets de roches du Pelvoux comprise, verticale, entre deux lames de Trias du type Pelvoux. Dans ce conglomérat, Boussac a trouvé de petites Nummulites. La lame triasique du Sud, tout contre les gneiss, est surtout faite de grès; celle du Nord, localement assez épaisse, se poursuit à l'Est jusqu'au ravin de la Liche; elle comprend, avec des grès, des calcaires dolomitiques jaunes, souvent bréchiformes, assimilés par Boussac au Lias type *Télégraphe*, mais pour moi plutôt triasiques. Cette lame du Nord et la lentille de conglomérats nummulitiques qu'elle flanque s'écrasent, au ravin de la Liche, entre le Flysch schisto-gréseux de la nappe Aiguilles d'Arves et les terrains du Pelvoux, Trias et gneiss.

A partir de là, et sur un parcours d'environ 14<sup>km</sup> jusqu'un peu au delà de l'aplomb du Rocher des Neyzets (point 2752 de la carte), le Nummulitique autochtone manque et le Flysch schisto-gréseux de la nappe s'appuie directement sur les gneiss, le granite, le Trias ou le Lias du Pelvoux. Le Nummulitique autochtone reparait un peu plus au Sud, dans le couloir dominé à l'Ouest par la crête granitique de l'Yret, à l'Est par l'arête triasique et liasique des Neyzets; il contient un banc de calcaire à Nummulites. Le Lias et le Trias des Neyzets ont un faciès hautement briançonnais. *Il est donc certain que, dans cet étroit couloir, passe tout l'affleurement de la nappe des Aiguilles d'Arves, peu à peu serré jusqu'à disparaître totalement.* On peut évaluer à 1<sup>km</sup> la longueur sur laquelle a lieu la *disparition totale*, par resserrement tectonique, d'une unité puissante qui, plus au Nord et plus au Sud, comprend d'immenses montagnes. Cela nous donne une très haute idée de la grandeur des phénomènes tectoniques qui ont constitué le *pays de nappes* des Alpes françaises.

Au pied du couloir dont je viens de parler, à l'endroit où il se réunit à un vallon Est-Ouest dans lequel descend, en lacets multiples, le chemin muletier de Monétier à Vallouise, le Flysch Aiguilles d'Arves revient au jour, caractérisé ici par la présence d'un très gros banc de grès que l'on suit, continu et très semblable à lui-même, jusqu'aux Choulières. Sous le Clot-la-Selle, on voit ce banc reposer, en concordance, sur le calcaire à Nummulites autochtone. Ce contact entre le Flysch de la nappe et le Nummulitique autochtone se cache, un peu plus loin, sous les alluvions de la plaine de Chambran; on le retrouve, au sud des Claux, sur la rive droite du Gyr, dans les pentes qui dominant Saint-Antoine et, plus loin, Puy-Aillaud. Mais il est alors, presque partout, très difficile, sinon impossible, de tracer la limite de l'Autochtone et de la nappe. Le calcaire à Nummu-



lites, désormais continu, est sûrement autochtone; il est, le plus souvent, surmonté par des schistes fins, gris et noirs, parfois ardoisiers, que je crois autochtones aussi. Puis vient une alternance de grès et de schistes, dans laquelle beaucoup de contacts sont certainement anormaux, mais où le classement, par ordre d'importance, des glissements entre assises, n'est pas réalisable. Où est alors le vrai bord occidental de la nappe? On ne sait pas.

Par contre, depuis Monétier jusqu'à Vallouise, le bord Est de la bande de Flysch que nous venons de suivre est le vrai bord oriental de la nappe des Aiguilles d'Arves, la vraie limite qui la sépare de la nappe du Briançonnais. Dans celle-ci, le Flysch est différent, beaucoup plus schisteux; le Crétacé est présent, sous la forme des *Marbres en plaquettes*; le Malm se montre, avec le faciès Guillestre; la structure *en écailles* ou *en lames* se précise, grâce à la montée de terrains profonds, même de Houiller. Tout indique qu'en franchissant cette limite, on est passé d'un synclinal complexe à un anticlinal complexe, séparés l'un de l'autre par un grand déplacement tangentiel.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un phénomène qui accompagne la vision binoculaire lorsque les deux images visuelles ne sont pas fusionnées.* Note de M. CH. FABRY.

Le phénomène que je vais décrire est si facile à observer qu'il a été probablement déjà remarqué; je me décide à en donner la description parce que je ne l'ai trouvée nulle part, et qu'il se rapporte à une question difficile, la manière dont nous associons les sensations différentes correspondant aux excitations des rétines de nos deux yeux. Voici la méthode la plus simple pour observer le phénomène en question.

Une feuille de papier blanc recevant un bon éclairage (par exemple quelques dizaines de lux, éclairage satisfaisant pour la lecture sans fatigue) est tenue verticalement à quelque distance des yeux, par exemple à une cinquantaine de centimètres. Elle est placée de telle manière qu'elle se projette sur un large fond sombre plus éloigné. En fixant le regard sur le fond obscur, l'observateur voit la feuille de papier dédoublée, selon le phénomène bien connu de la « vision diplopique » qui se produit chaque fois que les axes des deux yeux ne convergent pas sur l'objet examiné. La feuille de papier doit être assez large pour que ces deux images empiètent fortement l'une sur l'autre. L'aspect, au voisinage d'un bord vertical de la



feuille de papier, est alors celui de la figure 1, où l'on a représenté le bord droit de la feuille. On voit en  $AB$  et  $A'B'$  les deux images du bord; la partie  $AMB$  du papier blanc est ainsi observée en vision binoculaire; sur le

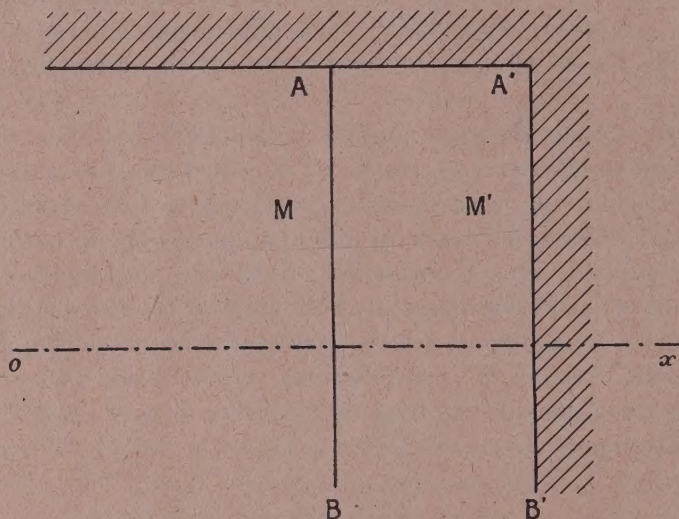


Fig. 1.

rectangle  $ABA'B'$  l'œil gauche voit le papier blanc et l'œil droit voit le fond sombre.

On remarque d'abord que la région  $M'$ , où le papier blanc est vu d'un seul œil, est moins brillante que la région  $M$  où les deux images du papier

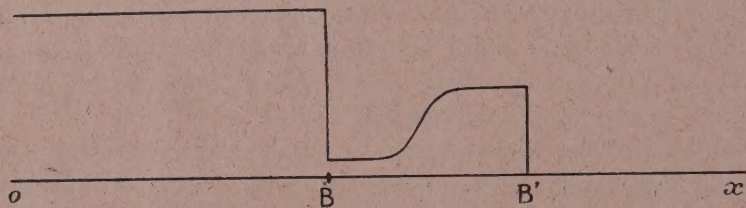


Fig. 2.

se superposent, et ceci n'est pas surprenant. Mais, et c'est en cela que consiste le phénomène que je veux décrire, la ligne de séparation  $AB$  paraît bordée à droite d'un large liséré sombre, nettement limité du côté  $AB$  et dégradé vers la droite. Si l'on essaie de tracer une courbe donnant la brillance apparente le long de la droite  $ox$ , on aura un diagramme ayant l'aspect de la figure 2.



On peut varier à l'infini les détails de l'expérience; le résultat est toujours le même, pourvu que l'on ait une surface brillante donnant deux images visuelles non fusionnées et empiétant l'une sur l'autre; la partie vue d'un seul œil présente un liséré sombre sur la région adjacente à la plage où les deux images se superposent.

Quant à l'explication de cette apparence, elle ne paraît pas facile à trouver. Le phénomène n'est pas dû à une fatigue rétinienne; il disparaît instantanément si l'on ferme l'un ou l'autre des deux yeux. Plus généralement, on peut dire que le phénomène n'est pas d'ordre rétinien, mais qu'il est d'ordre cérébral, et qu'il se rapporte à la manière dont notre cerveau combine et interprète les impressions produites sur nos deux rétines.

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Théorie des courants de haute fréquence dans les gaz.* Note de M. J. S. TOWNSEND.

Quand un champ oscillant est appliqué par électrodes extérieures à un long tube contenant un gaz raréfié, un courant passe qui produit dans le tube entre les électrodes une lueur, uniforme le long du tube, mais moins intense près de la surface que près de l'axe.

Dans quelques expériences que j'ai faites avec M. Donaldson et M. Nethercot, nous avons déterminé le potentiel oscillant  $E$  nécessaire pour maintenir un courant dans un tube muni d'électrodes extérieures en forme de manchons dont la distance est  $x$ .

Si  $E'$  et  $E''$  sont les potentiels qui produisent le même courant avec les distances  $x'$  et  $x''$ , on trouve que  $(E' - E'')$  est proportionnel à  $(x' - x'')$ . Ainsi le champ électrique  $F$  dans la lueur uniforme parallèle à l'axe est constant et égal à  $\frac{(E' - E'')}{(x' - x'')}$ . Les expériences ont été faites avec des courants de 2 à 12 milliampères, et pour des longueurs d'onde de l'oscillation électrique de 40 à 100<sup>m</sup>. Le champ  $F$  s'est montré indépendant, et de l'intensité du courant et de la fréquence de l'oscillation  $M$ . La valeur moyenne de ce champ est petite, étant 2,6 volts par centimètre dans le néon et 3,8 dans l'hélium, ces gaz étant à une pression de 1<sup>mm</sup> dans des tubes ayant 4<sup>cm</sup> de diamètre.

Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que les électrons acquièrent de l'énergie cinétique et ionisent les molécules du gaz comme ils feraient sous l'action d'un champ constant  $Z$  ayant pour intensité la moyenne  $F$  du



champ oscillant. Alors la vitesse d'agitation  $U$  et la vitesse d'ionisation dans la lueur se déduisent des déterminations déjà faites pour des champs constants.

Soient  $n'$  le nombre d'électrons par centimètre cube dans la lueur à la distance  $r$  de l'axe, et par suite  $N'$ , égal à  $\int_0^r 2\pi n' r dr$ , leur nombre dans l'unité de longueur d'un cylindre de rayon  $r$ , et soient  $n''$  et  $N''$  les nombres correspondants d'ions positifs. Soient  $K'$  le coefficient de diffusion des électrons,  $W'X$  la vitesse dans la direction d'un champ  $X$ , et  $K''$ ,  $W''$  les coefficients semblables pour les ions positifs.  $N''$  est supérieur à  $N'$ , car les électrons diffusent plus rapidement que les ions positifs, mais pour de grands courants de l'ordre de 2 milliampères,  $N''$  et  $N'$  sont très grands et leur différence ( $N'' - N'$ ) est faible en comparaison de  $N'$  ou  $N''$ .

Le courant oscillant est  $eN'(W' + W'')F$ , et, puisque  $F$  est le même pour tous les courants,  $N'$  est proportionnel au courant. Le nombre des électrons engendrés par collision est proportionnel à  $N'$ , en sorte que le nombre de ceux qui sont extraits du gaz doit aussi être proportionnel à  $N'$ . Donc pas de recombinaison appréciable des électrons et des ions positifs puisque la vitesse suivant laquelle  $N'$  diminuerait par cette recombinaison serait proportionnelle à  $N'^2$ . La disparition des électrons doit se produire par diffusion vers la surface du tube, et par ce processus le nombre des électrons présents est réduit proportionnellement à  $N'$ .

Si  $\alpha n' \delta z$  est le nombre de molécules ionisées par collision quand  $n'$  électrons se déplacent d'une longueur  $\delta z$  dans la direction du champ constant  $Z$ , le nombre de celles qui sont ionisées dans la lueur pendant le temps  $\delta t$  est  $\alpha n' W' F \delta t$  par centimètre cube.

En vue de trouver la vitesse des électrons vers la paroi, il faut tenir compte de la charge positive  $e(N'' - N')$  qui crée un champ  $\frac{2e(N'' - N')}{r}$  dirigé vers l'axe et réduisant l'effet de la diffusion.

Dans l'état stationnaire  $\frac{dN'}{dt}$  et  $\frac{dN''}{dt}$  sont nuls et les équations de continuité pour  $n'$  et  $n''$  se réduisent aux équations suivantes qui donnent  $n'$  et  $e(N'' - N')$ :

$$(1) \quad (K' W'' + K'' W') \left( \frac{d^2 n'}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dn'}{dr} \right) + \alpha W' F (W' + W'') n' = 0;$$

$$(2) \quad e(N'' - N') = \frac{\alpha (K' - K'') W' F N'}{4\pi n' (K' W'' + K'' W')}.$$

Le rapport  $k$  égal à  $\frac{K' W''}{K'' W'}$  est le rapport de l'énergie cinétique des électrons



à celle des ions positifs <sup>(1)</sup>. Dans l'hélium à la pression de 1<sup>mm</sup> et pour le champ 3,8 volts/cm,  $k$  est égal à 150, et dans le néon pour le champ de 2,6 volts/cm,  $k$  est égal à 285. Pour ces grandes valeurs de  $k$  on peut négliger  $K''W'$  vis-à-vis de  $K'W''$ , et d'autres simplifications résultent de ce que  $K'$  est grand par rapport à  $K''$  et  $W'$  grand par rapport à  $W''$ . L'équation (1) se réduit alors à

$$(3) \quad \frac{d^2 n'}{dr^2} + \frac{dn'}{r dr} + c^2 n' = 0,$$

où  $c^2$  est égal à  $\frac{W'^2 F}{K'W''}$ ; et (2) se réduit à

$$(4) \quad e(N'' - N') = c^2 \frac{K'N'}{4\pi\omega'n'}.$$

La solution de (1) est  $n'$  égal à  $AJ_0(cr)$  où la constante arbitraire  $A$  est la valeur de  $n'$  sur l'axe. Si la distribution de  $n'$  le long d'un rayon était connue la valeur de  $(ca)$  s'ensuivrait. Alors si  $\gamma$  est le rapport de la valeur de  $n'$  sur le pourtour à la valeur sur l'axe, la condition pour que le champ oscillant  $F$  maintienne le courant est donnée par  $\gamma$  égal à  $J_0(ca)$ . Comme cette égalité ne contient pas  $A$  le champ est indépendant de l'amplitude du courant.

(4) montre que le champ  $\frac{2e(N'' - N')}{r}$  est aussi indépendant de l'amplitude du courant. On voit sur (1) que l'effet de ce champ est le même que si  $K'$  était réduit à la valeur  $\frac{K'W''}{W'}$ . (Si le courant était très petit il serait impossible d'avoir dans le gaz une charge positive assez grande pour produire cet effet et le champ nécessaire pour maintenir un faible courant serait plus grand que celui nécessaire pour maintenir un courant de l'ordre du milli-ampère. Résultat en accord avec ce fait qu'il faut un champ beaucoup plus grand pour faire jaillir une décharge que pour maintenir un tel courant.)

Il n'a pas été fait de mesure exacte de la variation d'intensité de la lueur le long du rayon, mais pour avoir une valeur approchée de  $\alpha$  on peut supposer que la valeur de  $n'$  sur la paroi du tube est la moitié de sa valeur sur l'axe. Alors  $(ca)$  est la racine 1,52 de l'équation

$$J_0(x) = 0,5,$$

d'où résulte

$$(5) \quad \alpha W'^2 F = 0,57 \times K'W'',$$

---

(1) *Motion of electrons in gases* (Clarendon Press, Oxford).



La mobilité  $W''$  des ions positifs dans l'hélium et dans le néon vient d'être déterminée par M. Huxley. Pour des champs de 1 volt/cm et la pression du gaz étant de  $1^{\text{mm}}$ , la mobilité des ions positifs dans l'hélium est  $1,9 \cdot 10^4$  et dans le néon  $1,1 \cdot 10^4$  (cm/sec). D'après ces valeurs de  $W$  et les valeurs connues de  $K'$  et  $W'$  pour les électrons (5) donne 0,019 pour  $\alpha$  dans l'hélium soumis à un champ de 3,8 volts/cm, et 0,01 dans le néon soumis à un champ de 2,6 volts/cm.

La même théorie rend aussi compte des propriétés principales du courant dans la colonne lumineuse uniforme excitée dans un long tube avec électrodes intérieures quand le courant est maintenu par un champ constant.

M. **P.-A. DANGEARD** fait hommage à l'Académie d'un volume qu'il vient de publier et qui a pour titre *L'assimilation chlorophyllienne et les questions qui s'y rattachent*; ce volume contient 400 pages environ, 60 figures dans le texte et il est accompagné de 10 planches; il constitue la série XIX (1927) du *Botaniste*.

M. **EDMUND B. WILSON** fait hommage à l'Académie de 31 notes et mémoires dont il est l'auteur.

### PLIS CACHETÉS.

MM. **AUGUSTE NEMOURS** et **A.-R. BARRIEU** demandent l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 20 juin 1927 et inscrit sous le n° 9829.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note *Sur le traitement de l'angine de poitrine par la radiothérapie*.

(Renvoi à l'examen de M. A. d'Arsonval.)

### CORRESPONDANCE.

M. le **MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS** invite l'Académie à désigner celui de ses représentants à la *Commission supérieure des inventions* qui fera partie de la *Section permanente* de cette commission.



Sir **ERNEST RUTHERFORD**, élu Associé étranger, adresse des remerciements à l'Académie.

M. le **DIRECTEUR DE L'ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE** adresse un rapport relatif à l'emploi qui a été fait de la subvention accordée en 1926 sur la *Fondation Loutreuil*.

M. le **GÉNÉRAL COMMANDANT L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE** adresse des remerciements pour la subvention accordée sur la *Fondation Loutreuil*.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Memento du Chimiste* (II. — *Partie industrielle*), rédigé sous la direction de MARCEL BOLL et PAUL BAUD. (Présenté par M. Ch. Moureu.)

2° *L'Urée* (*Recherches de chimie analytique, biologique et agricole*). *Les fonctions dinaphthopyranol, xanthidrol et sel de pyrrole* (*Chimie organique*), par RICHARD FOSSE. (Présenté par M. A. Béhal.)

**CALCUL DES PROBABILITÉS.** — *Sur les probabilités relatives aux transformations répétées*. Note de M. **B. HOSTINSKY**, présentée par M. J. Hadamard.

1. Le problème du battage des cartes proposé et résolu par Henri Poincaré (voir son *Calcul des Probabilités*, 2<sup>e</sup> édition, p. 301) a été récemment repris par M. Hadamard (voir *Comptes rendus*, 185, p. 5) qui a ramené la démonstration du théorème de Poincaré à un calcul de valeurs moyennes successives. Je me propose de montrer que l'analyse de M. Hadamard peut être appliquée à l'étude de problèmes plus généraux.

2. Soit  $x$  une quantité variable qui ne peut prendre que les valeurs  $x_1, x_2, \dots, x_r$ . Supposons que  $x$  subisse successivement une suite de transformations dues au hasard. D'abord,  $x$  est supposée égale à  $x_1$ . Une première transformation  $T_1$  la change en  $x_3$ . Une seconde transformation  $T_2$  change  $x_3$  en  $x_2$  et ainsi de suite. Désignons par  $p_{ik}$  la probabilité pour que,  $x$  étant égale à  $x_i$  avant une transformation, elle soit égale à  $x_k$  après cette transformation. Nous supposons que  $p_{ik}$  ne dépend que des indices  $i$  et  $k$



( $i, k = 1, 2, \dots, r$ ) et qu'elle est positive; on a de plus, d'après le théorème sur les probabilités totales,

$$\sum_{k=1}^r p_{ik} = 1.$$

Soit  $P_{\alpha, \lambda}^{(n)}$  la probabilité pour que  $x$  qui avait au début la valeur  $x_\alpha$ , reçoive, après  $n$  transformations successives, la valeur  $x_\lambda$ . On a

$$P_{\alpha, \lambda}^{(n+1)} = \sum_{k=1}^r P_{\alpha, k}^{(n)} p_{k\lambda}.$$

Or, quand  $n$  augmente indéfiniment, la probabilité  $P_{\alpha, \lambda}^{(n)}$  tend vers la limite  $r^{-1}$  qui ne dépend pas ni de  $\alpha$  ni de  $\lambda$ . Pour la démonstration, on n'a qu'à appliquer, sans modification importante, l'analyse que M. Hadamard a donnée du problème de Poincaré dans la Note citée.

Introduisons maintenant, au lieu des transformations  $T$ , des opérations qui consistent à permuter deux objets donnés. Nous avons en général à considérer  $r = (2!)^2$  probabilités  $p_{ik}$  distinctes; mais si nous attribuons la même probabilité à une opération de ce genre indépendamment des objets permutés, nous avons seulement  $2!$  probabilités distinctes  $p_{ik}$  (c'est là le cas considéré par Poincaré).

3. Passons aux variables continues. Soit  $M$  un point qui se meut sur le segment  $AB$ ; soient  $a$  l'abscisse du point  $A$  et  $b$  celle du point  $B$ ;  $a < b$ . D'abord, le point  $M$  se trouve dans une position  $M_1$  définie par l'abscisse  $x_1$ ; ensuite, après un premier déplacement, il se trouve dans une position  $M_2(x_2)$ ; après un troisième déplacement il occupera la place  $M_3(x_3)$  et ainsi de suite. Désignons par  $f(x_{k-1}, x_k) dx_k$  la probabilité pour que l'abscisse du point  $M$ , qui était égale à  $x_{k-1}$  avant un déplacement, soit comprise, après lui, entre les limites  $x_k$  et  $x_k + dx_k$ . La probabilité  $P^{(n)}(x, y) dy$  pour que le point  $M$ , qui occupait au début la place  $x$ , se trouve après  $n$  déplacements consécutifs, dans l'intervalle  $(y, y + dy)$ , est donnée par la formule

$$(1) \quad P^{(n)}(x, y) dy = \left[ \int_a^b \int_a^b \dots \int_a^b f(x, x_1) f(x_1, x_2) \dots f(x_{n-1}, y) dx_1 dx_2 \dots dx_{n-1} \right] dy.$$

Nous supposons 1° que la fonction  $f(x, y)$  soit continue et positive pour  $a \leq x \leq b$ ,  $a \leq y \leq b$ , la valeur zéro étant exclue; 2° que l'on ait

$$\int_a^b f(x, y) dy = 1.$$



pour toute valeur de  $x$ . Pour trouver la limite de  $P^{(n)}(x, y)$  quand  $n$  augmente indéfiniment, écrivons la formule (1) sous la forme

$$(2) \quad P^{(n)}(x, y) = \int_a^b P^{(n-1)}(x, s) f(s, y) ds, \quad P^{(1)}(x, y) = f(x, y),$$

ou

$$(3) \quad P^{(n)}(x, y) = \int_a^b P^{(k)}(x, s) P^{(n-k)}(s, y) ds \quad (k < n).$$

On a encore pour  $x$  quelconque et pour tout indice  $i$

$$(4) \quad \int_a^b P^{(n)}(x, y) dy = 1.$$

La valeur de  $P^{(n)}(x, y)$  est toujours positive et ne dépasse jamais la valeur maximum de la fonction continue  $f(x, y)$ . La quantité  $x$  ayant une valeur fixe, soit  $M_n$  la plus grande valeur atteinte par  $P_n(x, y)$ ,  $y$  variant de  $a$  à  $b$ , et désignons par  $M$  la plus grande des limites de la suite  $M_1, M_2, M_3, \dots$ . Un nombre positif  $\varepsilon$  étant donné, il y aura une infinité de points  $y_k$  correspondant aux indices

$$(5) \quad k = n_1, n_2, n_3, \dots$$

de sorte que

$$M - \varepsilon < P^{(k)}(x, y_k) < M.$$

La suite des points  $y_k$  admet un point limite au moins : soit  $\gamma_1$  son abscisse.  $k$  étant un indice très grand de la suite (5), la fonction continue  $(1) P^{(k)}(x, y)$  différera très peu de  $M$  au point  $y = \gamma_1$ . Substituons, dans les formules (3) et (4),  $k = n_1$ ,  $n = n_2$ ,  $n_1$  et  $n_2$  étant deux indices suffisamment grands extraits de la suite (5). Les formules (3) et (4) nous montrent que  $P^{(n)}(x, y)$  ne saurait différer infiniment peu de  $M$  au point  $y = \gamma_1$ , si la différence  $P^{(n)}(x, y) - P^{(k)}(x, y)$ , considérée comme fonction de  $y$ , était finie dans une partie finie de l'intervalle AB. Il en résulte que  $P^{(n)}(x, y)$  tend vers une valeur constante, quand  $n$  augmente indéfiniment, l'équation (4) donne  $(b - a)^{-1}$  comme valeur de cette constante.

---

(1) On peut noter que les fonctions  $P^{(k)}$  sont également continues en fonction de (3). (J. H.)



*Observations de M. HADAMARD sur la Note précédente.*

Mon but, en présentant la démonstration dont parle M. Hostinsky, était de permettre des progrès ultérieurs dans la voie d'une démonstration longuement cherchée, celle du principe ergodique. Le travail qui précède semble montrer que ce but a été atteint au moins dans une certaine mesure et fait espérer que le premier résultat ainsi obtenu d'ores et déjà sera suivi d'autres analogues.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries*  $\sum \frac{\Lambda_k}{z - \alpha_k}$ .

Note de M. JULIUS WOLFF, présentée par M. Hadamard.

M. A. Denjoy a bien voulu me faire remarquer que le théorème énoncé dans ma Note du 5 décembre dernier peut être inexact si la courbe  $\Gamma$  tourne une infinité de fois autour de l'origine : dans ce cas, la proposition du paragraphe 3 de cette Note, qui est valable pour les contours *simples*  $\omega$ , n'est pas applicable au contour  $\beta\gamma P'P''\beta$  considéré au paragraphe 4. Si l'on veut considérer les courbes générales  $\Gamma$ , définies au commencement de la Note, on rencontre les mêmes difficultés que M. Denjoy a surmontées dans son Mémoire <sup>(1)</sup>.

Cependant on atteint une grande simplification en remplaçant le théorème inexact de la Note par le théorème exact suivant, qui est une conséquence immédiate des paragraphes 1, 2.

A tout nombre  $\varepsilon > 0$  il correspond un nombre  $h$  tel que, pour  $0 < \varphi < \delta < h$ , on a

$$\frac{1}{\delta} \left| \int_{\beta}^{\gamma} z f(z) dz \right| < \varepsilon,$$

pour tout arc continu et rectifiable  $\beta\gamma$  traversant un secteur  $O$ ,  $\varphi e^{z_1 i} \varphi e^{z_2 i}$ , sauf peut-être si  $\varphi$  est dans un ensemble de mesure  $< \varepsilon \delta$ , ou si  $\varphi_1$  ou  $\varphi_2$  sont dans un ensemble de mesure  $< \varepsilon$ .

Pour appliquer cet énoncé aux théorèmes de M. Denjoy, supposons que la série  $\sum \frac{\Lambda_k z}{z - \alpha_k}$  converge vers un et qu'elle soit intégrable terme à terme sur

<sup>(1)</sup> A. DENJOY, *Sur les singularités des séries de fractions rationnelles* (*Rendiconti del Circolo Math. di Palermo*, 50, 1926, p. 1-95).



une infinité d'arcs  $p_m q_m$  traversant les angles  $p_m O q_m$ , le maximum  $M_m$  de  $|z|$  sur  $p_m q_m$  tendant vers 0 pour  $m$  infini, et l'angle  $p_m O q_m$  restant plus grand qu'une quantité positive fixe. Étant donné  $\varepsilon > 0$ , il existe pour  $m$  assez grand deux demi-droites  $d_1^m, d_2^m$  issues de  $O$ , intérieures à l'angle  $p_m O q_m$ , faisant avec  $Op_m$  et  $Oq_m$  des angles  $< \varepsilon$ , et deux cercles  $C' : \rho = M_m(1 + \theta'_m \varepsilon)$  et  $C'' : \rho = M_m(1 - \theta''_m \varepsilon)$ ,  $\theta'_m$  et  $\theta''_m$  entre 0 et 1, tel que tout secteur limité par  $C'$  ou  $C''$  et par  $d_1^m, d_2^m$  ou par une seule de ces deux droites (dans ce cas l'ouverture du secteur égale  $2\pi$ ) satisfait à l'énoncé pour  $\delta = 2M_m$ . En considérant le secteur  $d_1^m, C', d_2^m$  et l'arc  $\beta_m \gamma_m$  de  $p_m q_m$  qui le traverse, on trouve  $\frac{\beta_m - \gamma_m}{\mathfrak{M}_m} \rightarrow 0$ , donc  $\frac{\beta_m}{\mathfrak{M}_m}$  et  $\frac{\gamma_m}{\mathfrak{M}_m} \rightarrow 0$  pour  $m \rightarrow \infty$ . En considérant le secteur  $d_1^m, C'', d_2^m$ , ou bien  $d_1^m, C', d_1^m$  d'ouverture  $2\pi$ , ou bien  $d_2^m, C'', d_2^m$  d'ouverture  $2\pi$ , selon la situation du maximum de  $|z|$  sur l'arc  $p_m q_m$ , on trouve,  $\beta_m \lambda_m$  ou  $\gamma_m \lambda_m$  étant l'arc de  $p_m q_m$  qui traverse le secteur considéré,  $|\lambda_m| = M_m(1 - \theta''_m \varepsilon)$ , donc : ou bien  $\frac{\beta_m - \lambda_m}{M_m} \rightarrow 0$ , donc  $\frac{\beta_m - \lambda_m}{\mathfrak{M}_m} \rightarrow 0$ , donc  $\frac{|\beta_m|}{\mathfrak{M}_m} \rightarrow 1$  pour  $m \rightarrow \infty$ ; ou bien, de la même manière,  $\frac{|\gamma_m|}{\mathfrak{M}_m} \rightarrow 1$ .

Cette contradiction montre qu'on ne peut avoir  $\sum \frac{\Lambda_k z}{z - \alpha_k} = 1$  et intégrable terme à terme sur des arcs  $p_m q_m$  tendant vers zéro, que si l'angle  $p_m O q_m$  tend vers zéro, ce qui rend applicable la Note du 5 décembre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions méromorphes presque périodiques définies dans tout le plan.* Note de M. P. BESSONOFF, présentée par M. Hadamard.

J'ai donné autrefois (1) la définition des fonctions presque périodiques méromorphes définies dans tout le plan et j'ai exposé quelques propriétés de ces fonctions. Je vais simplifier cette définition et établir quelques théorèmes en utilisant la méthode des familles normales.

I. Nous dirons qu'une fonction  $f(z)$  méromorphe dans tout le plan est presque périodique si, quelque petit que soit  $\varepsilon > 0$ , il existe une longueur  $L(\varepsilon, f)$  (module de presque périodicité) telle que chaque carré du côté  $l > L(\varepsilon, f)$ , parallèle à l'axe réel contienne au moins une presque

(1) *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1011.



période complexe  $\tau(\varepsilon)$ , c'est-à-dire telle que dans tout le plan

$$|f(z + \tau) - f(z)| < \varepsilon,$$

cette notation désignant la distance sphérique de  $f(z + \varepsilon)$  et  $f(z)$ . Dans le cas d'une fonction elliptique  $L$  ne dépend que des périodes; c'est-à-dire  $L = L(f)$ . Si  $\varepsilon$  converge vers zéro, l'ensemble des presque périodes se réduit à celui des points isolés  $\tau = 2n\omega + 2n'\omega'$ .

*Une fonction méromorphe presque périodique est uniformément continue (sphériquement) dans tout le plan ouvert.*

*La famille  $\{f(z + h)\}$ , où  $f(z)$  est presque périodique et les  $h$  sont des nombres complexes, est également continue (sphériquement) dans tout le plan.*

Il est bien connu qu'une famille de fonctions méromorphes est normale dans  $D$ , si toute suite de fonctions de la famille est génératrice d'une suite partielle convergeant uniformément dans tout domaine fermé  $D'$  complètement intérieur à  $D$ . Pour chaque domaine  $D'$  nous avons donc un  $N(\varepsilon, D')$  (module de convergence) tel que, pour  $n > N(\varepsilon, D')$ , on aura l'inégalité

$$|f_n(z), f_{n+p}(z)| < \varepsilon.$$

S'il existe une borne supérieure du nombre  $N$  pour tous les domaines  $D'$ , nous dirons que la famille  $\{f(z)\}$  est *normale spéciale* <sup>(1)</sup>.

II. *La condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction  $f(z)$  méromorphe dans tout le plan soit presque périodique est que la famille  $\{f(z + h)\}$  soit normale spéciale.*

La première partie du théorème se déduit du résultat suivant de M. Montel <sup>(2)</sup>: l'égale continuité sur la sphère d'une famille de fonctions méromorphes dans un domaine  $D$  est la condition nécessaire et suffisante pour que la famille soit normale dans ce domaine. En considérant un domaine  $D$  assez grand pour que chaque point du plan y ait un point « homologue » par rapport à  $\tau(\varepsilon)$ , nous établissons l'existence d'un module de convergence  $N(\varepsilon)$  pour tout le plan. Les fonctions limites sont aussi presque périodiques.

<sup>(1)</sup> Dans une Note récente, M. Favard a introduit la notion voisine de « fonction normale » et a obtenu, de son côté, la proposition suivante: « Toute fonction normale méromorphe du groupe des translations est une fonction presque périodique et réciproquement » (*Comptes rendus*, 183, 1927, p. 1434).

<sup>(2)</sup> P. MONTEL, *Leçons sur les familles normales*, p. 129 (Paris, Gauthier-Villars, 1927).



La seconde partie du théorème consiste à démontrer d'abord qu'il existe des presque périodes de  $f(z)$ , en utilisant la convergence uniforme d'une suite extraite de chaque suite arbitraire. Il nous reste ensuite à montrer que l'ensemble des presque périodes est « relativement dense » sur le plan, c'est-à-dire qu'il existe un module de presque périodicité  $L(\varepsilon/f)$ .

La condition que  $\{f(z+h)\}$  soit une famille normale au sens habituel nous conduit à une classe plus large que celle des fonctions presque périodiques. Il est facile de montrer que tout polynôme  $P_n(z)$  forme une famille normale  $\{P_n(z+h)\}$  dans tout le plan au sens habituel. D'un autre côté, une fonction entière presque périodique se réduit à une constante.

En utilisant la méthode des familles normales, nous montrons très simplement qu'il existe des presque périodes communes à plusieurs ou même à une infinité dénombrable de fonctions presque périodiques.

La somme, le produit, le quotient de deux fonctions presque périodiques sont des fonctions de la même classe.

La fonction limite d'une suite uniformément convergente dans tout le plan ouvert de fonctions presque périodiques est aussi presque périodique.

La dérivée et l'intégrale  $\int_z^{a+z} f(z) dz$  calculée le long d'un chemin évitant les pôles sont aussi presque périodiques.

III. La disposition des valeurs d'une fonction presque périodique se caractérise par les propositions suivantes.

Il existe des presque périodes dans toutes les directions du plan. Il existe des presque périodes qui transfèrent chaque pôle au voisinage si proche que l'on veut d'un autre pôle. On peut couvrir tout le plan par un système de parallélogrammes où la fonction se reproduise à  $\varepsilon$  près, si l'on passe d'un parallélogramme à un autre voisin.

#### MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le mouvement du périhélie des planètes.*

(<sup>1</sup>) Note de M. **P. FATOU**, présentée par M. Goursat.

Considérons le champ de gravitation provenant d'une masse fixe  $M$  placée à l'origine des coordonnées et de masses relativement faibles, distribuées de manière que le champ soit de révolution autour de  $Oz$  avec le plan des  $xy$  pour plan de symétrie. L'orbite décrite par un astre  $A$  peut, si

(<sup>1</sup>) Séance du 3 janvier 1928.

son inclinaison reste assez petite pour que le carré en soit négligeable, être assimilée à une orbite du plan  $z=0$ , la fonction de forces étant  $\frac{fM}{r} + \varepsilon \varphi(r)$  [ $\varepsilon$  constante positive,  $\varphi(r)$  fonction positive régulière pour  $r' < r < r''$ ]. Le mouvement s'obtient par les formules classiques de quadrature et l'on a

$$\frac{d\sigma}{d\theta} = \sqrt{1 - \sigma^2 + \varepsilon P(\sigma)}$$

en posant

$$\frac{1}{r} = \frac{e_0 \sigma + 1}{a_0(1 - e_0^2)}, \quad P(\sigma) = \frac{2(1 - e_0^2)}{n_0^2 a_0^2 e_0^2} \varphi(r),$$

$a_0, e_0, n_0$  étant le demi-grand axe, l'excentricité, le moyen mouvement de l'orbite osculatrice initiale supposée elliptique,  $\theta$  la longitude. La période  $\Omega$  de  $\sigma(\theta)$  est égale à  $2 \int_{\alpha}^{\beta} \frac{d\sigma}{\sqrt{1 - \sigma^2 + \varepsilon P(\sigma)}}$ ,  $\alpha$  et  $\beta$  racines du dénominateur développables suivant les puissances de  $\varepsilon$ , égales à  $-1$  et  $+1$  pour  $\varepsilon=0$ . On trouve facilement les premiers termes du développement de  $\Omega$  :

$$\Omega = 2\pi + \varepsilon \int_{-1}^{+1} \frac{\Psi(\sigma) d\sigma}{\sqrt{1 - \sigma^2}} + \dots,$$

$$\Psi(\sigma) = \frac{\frac{1}{2} P_1(\sigma + 1) + \frac{1}{2} P_{-1}(1 - \sigma) - P(\sigma)}{1 - \sigma^2},$$

$P_+$  et  $P_-$  étant les valeurs de  $P(\sigma)$  pour  $\sigma = \pm 1$ . On aura  $\Psi(\sigma) > 0$  entre  $-1$  et  $+1$ , donc  $\Omega > 2\pi$  pour  $\varepsilon$  assez petit, si la courbe  $\sigma = P(\sigma)$  est située au-dessous de la corde joignant ses deux extrémités correspondant à  $\sigma = \pm 1$ . Il en sera ainsi si  $P(\sigma)$  a une dérivée seconde positive ou, ce qui revient au même, si

$$(1) \quad \frac{d^2}{ds^2} \varphi\left(\frac{1}{s}\right) > 0.$$

Ceci est vérifié pour  $\varphi(r) = \Sigma A r^\alpha$ , les  $A$  étant positifs et les  $\alpha$  non compris entre 0 et  $-1$ . Par exemple dans le champ de gravitation d'un sphéroïde aplati, la fonction de forces pour  $z=0$  peut être réduite à  $\frac{fM}{r} + \frac{\varepsilon}{r^3}$  ( $\varepsilon > 0$ ) et l'on trouve en effectuant les calculs indiqués la formule connue

$$\frac{\Omega - 2\pi}{2\pi} = \frac{3\varepsilon}{a_0^2(1 - e_0^2)^2} + \dots$$

De même le potentiel d'un anneau circulaire homogène de centre O, de



masse  $m$  et de rayon  $\alpha$  étant égal à

$$fm \left[ \frac{1}{r} + \frac{1^2}{2^2} \frac{\alpha^2}{r^3} + \left( \frac{1.3}{2.4} \right)^2 \frac{\alpha^4}{r^5} + \dots \right] \quad (r > \alpha)$$

ou

$$fm \left[ \frac{1}{\alpha} + \frac{1^2}{2^2} \frac{r^2}{\alpha^3} + \left( \frac{1.3}{2.4} \right)^2 \frac{r^4}{\alpha^5} + \dots \right] \quad (r < \alpha),$$

la condition (1) est vérifiée : l'action d'un système d'anneaux circulaires de cette sorte et de masses faibles fait tourner le périhélie dans le même sens que l'astre A (sens direct).

On peut développer le terme du premier ordre de  $\Omega - 2\pi$  suivant les puissances entières de  $e_0$  ; les coefficients dépendent de  $p = a_0(1 - e_0^2)$  ; le terme constant contient en facteur précisément l'expression (1) pour  $s = \frac{1}{p}$ .

Ces résultats s'appliquent au mouvement des planètes. Bornons-nous au *problème restreint* des trois corps. Il convient de prendre pour origine le centre de gravité O supposé fixe des deux corps principaux S et J de masses M et  $m$ . La valeur moyenne de la fonction perturbatrice pour le corps A de masse nulle — fonction périodique du temps de période  $\frac{2\pi}{n}$  — se compose alors : 1° du potentiel d'un anneau de masse  $m$  et de rayon  $OJ = SJ \frac{M}{M+m}$  ; 2° de la différence entre le potentiel d'un anneau de masse M et de rayon  $OS = SJ \frac{M}{M+m}$ , et le potentiel  $\frac{fM}{r}$  de la masse M placée en O. Cette seconde partie est de l'ordre de  $m^2$  (en prenant  $fM = 1$ ) et généralement négligeable.

La quantité ci-dessus désignée jouant le rôle de la fonction  $\varepsilon\varphi(r)$ , la condition (1) est vérifiée ; le moyen mouvement du périhélie est positif pour les petites valeurs de  $\frac{m}{M}$  et l'on sait par les éléments de la théorie des inégalités séculaires que ce moyen mouvement est le même pour l'orbite *intermédiaire* considérée ici et pour l'orbite réelle, du moins si  $\frac{n_0}{n}$  est incommensurable<sup>(1)</sup>. On a donc une méthode élémentaire et directe pour démontrer le déplacement dans le sens direct du périhélie d'une petite planète et calculer son moyen mouvement.

(1) Le remplacement de la fonction perturbatrice par sa valeur moyenne relativement au temps (variable explicite) ne modifie pas l'expression des termes de rang nul dans le développement des éléments képlériens canoniques, et cela pour tous les ordres d'approximation en  $\frac{m}{M}$  ; dans le cas général du problème des  $n$  corps, ce principe de Gauss ne vaut que pour le premier ordre.

ASTRONOMIE. — *Photographie de Jupiter, obtenue à l'Observatoire Lick (Californie)*. Note de M. **WRIGHT**, présentée par M. H. Deslandres.

Les épreuves ont été faites en lumière presque monochromatique avec le grand réflecteur Crossley de 95<sup>cm</sup> d'ouverture, les rayons utilisés dans les deux séries d'épreuves étant séparés par un grand intervalle dans l'échelle spectrale. Dans la première série, la lumière a traversé un écran qui laisse passer seulement la lumière ultraviolette aux environs de  $\lambda 3700$ ; dans la seconde série, l'écran est transparent seulement pour les rayons voisins de  $\lambda 7600$  dans l'extrême rouge. Les images de ces deux séries présentent de grandes différences; l'image de l'extrême rouge, en particulier, offre de nombreux détails, et représente certainement une couche de la planète plus profonde; elle permet de pénétrer à l'intérieur de la planète. A certains égards, ces images sont à rapprocher des images  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  de la chromosphère du Soleil, obtenues avec le spectrohéliographe, et qui représentent des couches successives superposées de son atmosphère.

Les plaques nouvelles de l'extrême rouge, rendues très sensibles, sont aussi fort utiles pour la photographie des objets terrestres éloignés; elles révèlent les derniers plans des paysages, que donnent si mal, comme on sait, les plaques ordinaires, et elles les révèlent mieux que l'œil. A l'appui, j'envoie des photographies du paysage, prises à l'Observatoire Lick (altitude 1400<sup>m</sup>), qui mettent en évidence cette propriété des plaques sensibles au rouge extrême.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Les pellicules sphériques électrisées et la structure fine des raies spectrales*. Note de M. **L. DÉCOMBE**, présentée par M. Ch. Fabry.

1. La structure fine des raies spectrales a reçu de Sommerfeld une remarquable explication fondée sur la considération d'orbites pseudo-elliptiques à quantifications radiale et azimutale séparées, mais qui postule, selon le processus de Bohr, le saut d'électrons d'une orbite à l'autre.

Il est facile d'affranchir la théorie de cet étrange postulat; il suffit pour cela de faire intervenir les pulsations propres des électrons orbitaux (assimilés à des pellicules sphériques élastiques) et d'identifier la fréquence lumineuse avec celle des battements qui interviennent entre les pulsations



de deux électrons évoluant sur deux orbites différentes, comme nous l'avons déjà fait dans le cas des orbites circulaires <sup>(1)</sup>. Toutefois, dans le cas actuel, il devient nécessaire de considérer la fréquence vibratoire  $N$  de la pellicule électronique comme fonction non pas de sa seule énergie cinétique (constamment variable quand l'orbite n'est pas circulaire) mais bien de son énergie totale qui, au contraire, demeure constante pendant toute la durée du mouvement. A cette condition seulement, la fréquence des battements pourra prendre une valeur fixe.

Pour retrouver la structure fixe des raies, il suffit donc de remplacer dans l'équation de Sommerfeld

$$(1) \quad \frac{\mu_0 v^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - \mu_0 v^2 - \frac{E_0}{a} = W,$$

l'énergie mécanique totale  $W$  par  $h(N - N_0)$ ,  $N_0$  désignant la fréquence vibratoire de la pellicule électronique au repos ( $v = 0$ ) et soustraite à toute action extérieure. On obtient ainsi la relation

$$(2) \quad \frac{\mu_0 v^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - \mu_0 v^2 - \frac{E_0}{a} = h(N - N_0),$$

que l'on peut considérer comme *expérimentalement vérifiée* par la concordance remarquable qui existe entre la structure fine des raies qu'elle permet de prévoir (le mécanisme des battements étant substitué à celui des sauts) et la structure fine réelle.

2. Nous avons d'autre part établi *par voie théorique*, à partir des propriétés élastiques de la pellicule électronique, la relation

$$(3) \quad \mu_0 v^2 = hN_0,$$

qui fournit de la constante universelle  $h$  de Planck une interprétation douée d'un caractère physique simple et immédiat sur lequel il est inutile d'insister.

En additionnant (2) et (3), on obtient la relation

$$(4) \quad \frac{\mu_0 v^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - \frac{E_0}{a} = hN,$$

qui, en raison même de son origine, peut être considérée comme reposant sur un double fondement théorique et expérimental.

---

(1) *Comptes rendus*, 183, 1927, p. 1263.

Ainsi envisagée cette formule nous apprend que la fréquence pulsatoire  $N$  de la pellicule électronique dépend à la fois de son énergie cinétique et de son énergie potentielle, ce qui n'a rien pour nous surprendre puisque le mouvement de l'électron, aussi bien que le champ dans lequel il est placé, sont séparément susceptibles (en déformant la pellicule sphérique à laquelle nous l'assimilons) de modifier sa fréquence de pulsation.

La formule (4) nous apprend encore que, dans les limites où la relation de Sommerfeld peut être considérée comme vérifiée par l'expérience, il se produit entre les deux déformations précédentes (cinétique et potentielle) une sorte de compensation grâce à laquelle la fréquence pulsatoire de la pellicule reste constante pendant toute la durée du mouvement. Cette propriété nous paraît aussi importante que remarquable.

Nous pouvons enfin remarquer que, dans le cas des orbites circulaires, il y a lieu aussi de considérer la fréquence pulsatoire de la pellicule électronique comme fonction non pas de sa seule énergie cinétique (bien qu'elle demeure constante) mais de son énergie totale. Celle-ci étant égale à celle-là en valeur absolue, le résultat final est évidemment le même.

3. A la base de ses travaux sur la Mécanique ondulatoire M. Louis de Broglie pose, comme postulat *a priori*, une relation identique à (4) mais dans laquelle  $N$  représente ce qu'il appelle la fréquence de l'onde *associée* au mouvement du point matériel de masse  $\mu_0$ . Si l'on pense pouvoir attribuer cette onde associée aux vibrations propres de la pellicule électronique, nos deux équations se rejoignent, du moins dans le cas où le point matériel envisagé est l'électron.

S'il s'agit du proton, il est plus difficile de se prononcer. Notre théorie de la gravitation, fondée sur l'existence des vibrations pulsatoires du proton, conduirait à remplacer le second membre de la relation (4) par la quantité  $4h \frac{\mu_0}{\nu_0} N$ ,  $\nu_0$  désignant la masse du proton au repos; mais cette théorie est susceptible de variantes qui peuvent conduire, sur ce point particulier, à des résultats différents.



PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *De l'extension des lubrifiants sur les surfaces solides*. Note de M. PAUL WOOG, présentée par M. Marcel Brillouin.

Nous avons déjà indiqué <sup>(1)</sup> les avantages de l'emploi des huiles minérales pour la lubrification en chronométrie, ces huiles étant posées sur des surfaces neutralisées par un épilamen de molécules actives orientées. Mais il est parfois désirable d'assurer une lubrification correcte aussi bien à des températures très basses que très élevées. Pour les basses températures, la solution du problème dépend uniquement du choix de carbures résistant au froid. Par contre, aux températures élevées, des changements de marche s'étant manifestés au-dessus de 60°, il était nécessaire d'étudier la tenue du graissage dans ces conditions, étant donnée la correspondance de cette température avec le point de fusion de l'acide stéarique, corps neutralisant employé dans ces essais.

Nos observations ont été faites au moyen de gouttelettes d'huile déposées sur des lames ou des blocs de diverses matières renfermées dans des vases bouchés à l'émeri, pour éviter l'évaporation des huiles. Ces vases étaient placés dans un cristallisoir calorifugé disposé au centre d'une étuve vitrée, à air chaud, chauffée au gaz et réglée à 102°. Les vases renfermant les essais n'étaient pas posés directement dans le cristallisoir, car la conductibilité des parois de l'étuve et de la tablette support de faïence serait alors, bien que faible, suffisante pour donner aux substances en essai une température supérieure à celle de l'atmosphère de l'étuve, et les phénomènes observés seraient inexacts. Chaque récipient reposait sur un petit support isolant à minces pieds de verre qui évite la surchauffe.

Nous avons employé l'huile d'olive (acidité libre : 1,25 pour 100), l'huile de pied de mouton (acidité libre : 0,03 pour 100), et une huile minérale saturée neutre, ayant une densité à 15° de 0,8647, et un coefficient de viscosité absolue de 0,0785 à 50°, 2 et 0,0024 à 100°. Nous avons tout d'abord étudié la manière dont se comportaient les huiles sur l'acier doux : les huiles grasses s'étendent beaucoup plus rapidement sur les surfaces décapées que l'huile minérale déposée sur l'acier neutralisé par un épilamen d'acide stéarique. Cette huile minérale se maintient en place, mais au bout de quelques heures, on voit les gouttelettes s'aplatir, leur diamètre augmenter, puis lentement leur extension s'accomplit et la surface

---

(1) PAUL WOOG, *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 772.

entière se trouve envahie. Cet étalement se produit toujours, que les gouttes soient de petit ou de grand diamètre, dans une atmosphère saturée de vapeurs d'huile, et malgré la présence d'un excès d'acide stéarique introduit dans le récipient, preuve qu'il ne s'agit pas d'une évaporation de l'épilamen.

L'élargissement progressif des gouttes n'est pas non plus causé par une dissolution marginale de l'épilamen par l'huile chaude, car si on laisse séjourner à l'étuve une surface d'acier neutralisée, mais sans y déposer d'huile, puis qu'au bout de 24 heures on pose des gouttelettes d'huile sur la surface, on constate que celle-ci a repris toute son activité et que l'huile s'étend sans obstacle. Nous pensons que le phénomène est dû à l'attaque superficielle lente de l'acier par l'épilamen, le savon formé par la première assise moléculaire se dissolvant dans l'excès de matière neutralisante, pour donner finalement une pellicule où les molécules ne présentent plus les caractères de polarité et d'orientation nécessaires. Des expériences spéciales nous ont montré qu'à 100°, l'acide stéarique attaquait effectivement l'acier. La neutralisation réalisée au moyen de dissolutions chaudes à 0,25 pour 100 d'acide mélassique ( $C^{34}H^{62}O^2$ . P. F. = 89°, 8-90°) ou d'acide laccéroïque ( $C^{32}H^{64}O^2$ . P. F. = 94°-95°) dans le trichloréthylène, conduit aux mêmes conclusions malgré le point de fusion plus élevé de ces corps (<sup>1</sup>). L'acide à nombre pair d'atomes de carbone résiste pourtant le mieux. Le groupe carboxyle joue le rôle essentiel.

Nous avons substitué à l'acier diverses substances : sur le tungstène, métal dont les quatre ou cinq valences s'opposent probablement à une orientation correcte de l'épilamen, l'extension, déjà sensible à froid, est immédiate à chaud. L'étalement, rapide ou lent, est plus ou moins marqué sur le plomb, le cuivre, le mica fraîchement clivé, le platine poreux, l'aluminium, le laiton, l'étain et le zinc, l'extension étant la plus rapide sur le premier métal, et limitée sur les deux derniers. Les phénomènes sont le plus énergique sur les surfaces métalliques écrouies (feuilles minces laminées). L'huile tient ou ne s'étale que légèrement sur l'or, le platine poli, l'argent, le quartz fondu, le rubis, le saphir, le verre, mais la fixation des gouttes d'huile est mauvaise. Sur le chrome (dépôt électrolytique) et sur le nickel, les gouttes se maintiennent. Sur le nickel, l'huile reste indéfiniment (200 heures et plus) et ne s'étale que si la température s'élève au-dessus de 100°. Par conséquent, pour que l'épilamen d'acide stéarique soit efficace

---

(<sup>1</sup>) Ces corps nous ont été fournis par M. L. Gascard.



à haute température, il faut que les carboxyles puissent s'enraciner sur la surface <sup>(1)</sup> (l'huile est mal fixée sur les corps non attaquables), et il faut que cette attaque soit assez faible pour que la première assise moléculaire subsiste, orientée. Le nickel répond particulièrement à ce but, même s'il a été déposé par électrolyse sur laiton ou acier, mais dans ce cas, il faut opérer sur des dépôts denses, polis, ou mieux encore serrés au brunissoir; les couches poreuses sont impropres. L'invar (36 pour 100 de nickel) est moins attaqué que l'acier, mais plus que le nickel.

Il est donc possible, en s'appuyant sur les indications précédentes, et en négligeant les variations de viscosité, de maintenir depuis les très basses températures, jusqu'à 100°, les huiles devant lubrifier des chronomètres ou autres appareils.

**RADIOGONIOMÉTRIE.** — *Sur un procédé de visée radioélectrique applicable à la Géodésie.* Note de M. P. SCHWARTZ, présentée par M. Bigourdan.

Le radiogoniomètre n'a pas été jusqu'à ce jour utilisé pour les mesures de précision.

J'ai déterminé, au moyen d'un appareil récepteur très sensible, mais sans cercle divisé, des visées radioélectriques sur des stations situées les unes à petite et les autres à grande distance; j'ai pu, en diminuant progressivement le chauffage des lampes, déterminer rigoureusement l'azimut de la station.

J'estime que la précision obtenue est comparable à celle des visées optiques et je préconise deux modes d'observation: le premier consistant à viser directement le poste émetteur en ramenant l'audition au minimum audible; le second en déterminant au contraire les visées des limites audibles du poste émetteur à droite et à gauche, avec une audition de force moyenne.

Un radiogoniomètre, spécialement construit à cet effet, permettrait d'appliquer aux visées la méthode des séries et d'obtenir des résultats comparables à ceux atteints dans l'établissement actuel des chaînes géodésiques.

---

(1) On provoque une meilleure fixation en portant les surfaces neutralisées à 115° pendant 1 heure, avant d'y appliquer les huiles.

ÉLECTROCAPILLARITÉ. — *Propriétés électrocapillaires du mercure au contact de l'air.* Note de M. G. COLANGE, présentée par M. Ch. Fabry.

Dans son Mémoire sur les propriétés électrocapillaires du mercure au contact des électrolytes, Lippmann (<sup>1</sup>) se demande si ces phénomènes pouvaient s'étendre au cas des isolants liquides ou gazeux.

Dans le cas du mercure au contact de l'air, on peut vérifier ces propriétés au moyen d'un électromètre capillaire; il suffit d'employer des potentiels assez élevés. Il est alors commode de prendre une pointe d'un diamètre supérieur à 0<sup>mm</sup>,1, car dans les tubes trop étroits le mercure adhère très rapidement au verre.

Le mercure du tube est relié à l'un des pôles d'une machine électrostatique, l'autre pôle étant laissé libre, le mercure de la cuve est supprimé.

Dans ces conditions, on constate que pour une différence de potentiel de quelques milliers de volts le mercure descend dans le tube s'il est relié au pôle + et remonte s'il est relié au pôle —.

On ne peut, pour expliquer ceci, invoquer des phénomènes d'influence ou d'électrisation du verre au contact du mercure par frottement, car l'expérience réussit en alternant les pôles régulièrement ou en gardant le même pôle plusieurs fois de suite. On se trouve donc bien en présence d'un phénomène électrocapillaire où la constante capillaire du mercure augmente lorsqu'il est électrisé négativement et diminue lorsqu'il est électrisé positivement.

D'ailleurs, comme dans le cas de l'électromètre de Lippmann, le mercure revient fidèlement à sa position d'équilibre s'il est négatif et n'y revient pas s'il est positif, probablement à cause d'une légère oxydation.

Reboul (<sup>2</sup>) a montré ces phénomènes pour du mercure en contact avec de l'air ionisé par des rayons X; il lui suffisait d'un potentiel de quelques centaines de volts pour obtenir un déplacement du mercure.

Mais en plus on peut montrer l'existence d'un maximum de constante capillaire. Si l'on augmente progressivement le potentiel négatif du mercure du tube, le ménisque commence par monter, passe par un maximum, puis redescend et dépasse même sa position initiale. Si l'on décharge lentement

---

(<sup>1</sup>) *Ann. Chim. et Phys.*, 5<sup>e</sup> série, 5, 1875, p. 494.

(<sup>2</sup>) *Ann. Chim. et Phys.*, 8<sup>e</sup> série, 14, 1908, p. 433.



l'appareil le ménisque remonte, repasse par le maximum et revient à sa position primitive.

Dans les conditions où l'expérience a été réalisée le maximum de constante capillaire correspondait à un potentiel négatif de 15 000 à 20 000 volts.

Les expériences ne réussissent qu'avec du mercure très pur et surtout avec des tubes de verre parfaitement propres.

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *Réfraction d'un pinceau lumineux parallèle normal à une lentille cylindrique.* Note (1) de M. MARCEL DUFOUR, transmise par M. Pierre Weiss.

Dans une Note présentée à l'Académie le 12 juin 1922, j'ai indiqué une méthode qui conduit facilement aux trois équations de Sturm. Dans le cas où le rayon moyen du pinceau est normal à la surface réfringente, on peut trouver plus simplement encore les deux lignes focales.

1° Une lentille plan-sphérique infiniment mince de centre optique O, d'indice  $n$ , ayant un rayon de courbure R et une puissance  $D = \frac{n-1}{R}$  dévie le rayon parallèle à l'axe qui la rencontre en un point P, infiniment voisin de O, d'un angle  $\frac{n-1}{R} OP = D \cdot OP$  comme le ferait un prisme d'angle  $\frac{OP}{R}$  et d'indice  $n$ , dont l'arête serait perpendiculaire à OP.

2° Un rayon normal à la face plane d'une lentille plan-cylindrique infiniment mince (rayon  $R'$ , indice  $n'$ , puissance  $C' = \frac{n'-1}{R'}$ ) rencontrant la lentille en un point P à une distance PM de la génératrice du cylindre, le long de laquelle le plan tangent est parallèle à la face plane, est dévié dans un plan perpendiculaire aux génératrices d'un angle  $\frac{n'-1}{R'} PM = C' \cdot PM$ . Dans un même plan perpendiculaire aux génératrices les rayons réfractés infiniment voisins se rencontrent comme dans une section méridienne de lentille sphérique. L'ensemble des points de rencontre relatifs aux différents plans perpendiculaires à la direction des génératrices donne une ligne focale principale à une distance  $\frac{1}{C'}$  de la lentille. Les rayons incidents qui s'appuient sur une même génératrice du cylindre donnent naissance à des

---

(1) Séance du 3 janvier 1928.

rayons réfractés parallèles entre eux, qu'on peut considérer comme se rencontrant en un point infiniment éloigné. L'ensemble de ces points infiniment éloignés correspondant aux différentes génératrices donne l'autre ligne focale principale à l'infini. Comme la déviation due au prisme de petit angle est indépendante de l'incidence supposée petite, peu importe que les rayons tombent d'abord sur la face plane ou sur la face courbe de la lentille : foyers ou lignes focales principales sont à la même distance de part et d'autre de la lentille.

3° Supposons accolées une lentille plan-sphérique et une lentille plan-cylindrique. Un rayon parallèle à l'axe de la lentille sphérique, passant à une distance  $OP$  de son centre optique, est dévié dans un plan passant par l'axe de l'angle  $D.OP$  et dans un plan perpendiculaire aux génératrices d'un angle  $C.PM$ . Si l'axe optique de la lentille sphérique rencontre la génératrice de la lentille cylindrique le long de laquelle le plan tangent est parallèle à la face plane, le rayon qui passe par  $O$  n'est pas dévié. Pour qu'il soit rencontré par le rayon qui passe par  $P$ , il faut que  $PM$  soit nul ou coïncide avec  $OP$ , c'est-à-dire que  $P$  soit sur la génératrice passant par  $O$  ou sur la perpendiculaire menée en  $O$  à cette génératrice. Les directions des deux sections principales sont ainsi fixées, et nous voyons que leurs puissances sont respectivement  $D$  et  $D + C$ .

4° Supposons accolées deux lentilles plan-cylindriques  $(C_1)$  et  $(C_2)$  dont les génératrices font entre elles un angle aigu  $\theta$ . Nous appelons *axe du système* la perpendiculaire commune aux deux génératrices de  $(C_1)$  et  $(C_2)$ , le long desquelles le plan tangent est parallèle à la face plane. Un rayon lumineux coïncidant avec cet axe traverse le système sans déviation, et son point d'intersection  $O$  avec le plan des lentilles infiniment minces accolées joue un rôle analogue à celui du centre optique de la lentille sphérique. Un rayon incident rencontrant en  $P$  le plan des lentilles est dévié d'angles  $C_1.PM_1$  et  $C_2.PM_2$  dans des plans respectivement perpendiculaires aux génératrices des deux lentilles. Pour que le rayon réfracté rencontre l'axe, il faut et il suffit que le *déplacement résultant* d'un point de ce rayon se fasse dans un plan passant par l'axe. Considérons le point qui se trouve à une distance unité de  $P$  : Les déplacements élémentaires parallèles à  $PM_1$  et  $PM_2$  sont respectivement égaux à  $C_1.PM_1$  et  $C_2.PM_2$ . Le déplacement résultant sera parallèle à  $PO$  si sa projection sur une direction perpendiculaire à  $PO$  est nulle. Soient  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$  les angles de  $OM_1$  et  $OM_2$  avec  $OP$ . Nous avons  $PM_1 = OP \sin \alpha_1$  et  $PM_2 = OP \sin \alpha_2$ . Les projections des



déplacements élémentaires sur une direction perpendiculaire à PO sont

$$C_1 \cdot PM_1 \cos \alpha_1 = C_1 \cdot OP \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 = \frac{C_1}{2} OP \sin 2\alpha_1$$

et

$$C_2 \cdot PM_2 \cos \alpha_2 = C_2 \cdot OP \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 = \frac{C_2}{2} OP \sin 2\alpha_2,$$

nous devons donc avoir

$$C_1 \sin 2\alpha_1 = C_2 \sin 2\alpha_2.$$

Nous supposons le point P situé dans l'angle aigu  $\theta$  : alors  $\alpha_1 + \alpha_2 = \theta$  et la condition devient  $C_1 \sin 2\alpha_1 = C_2 \sin 2(\theta - \alpha_1)$ . Si  $\alpha_1$  est une solution, l'équation est satisfaite aussi pour  $\alpha'_1 = \alpha_1 + \frac{\pi}{2}$ , les deux membres changeant simplement de signe sans changer de valeur absolue : les deux sections principales sont rectangulaires (théorème de Malus). Remarquons que  $\cos 2\alpha'_1 = -\cos 2\alpha_1$  et  $\cos 2\alpha'_2 = -\cos 2\alpha_2$ . Pour obtenir les puissances du système dans chacune de ces sections principales, nous devons ajouter entre elles les projections sur PO des déplacements élémentaires  $C_1 \sin \alpha_1$  et  $C_2 \sin \alpha_2$  dirigés sur  $PM_1$  et  $PM_2$ .

F est le troisième côté du triangle ayant l'angle  $2\theta$  compris entre les côtés  $C_1$  et  $C_2$ .

Si  $C_1 = C_2$  (*lentille de Stokes*), une des sections principales est dirigée par raison de symétrie suivant la bissectrice de  $\theta$  (cf. DUFOUR, *Sur la lentille de Stokes*, séance de la Société d'Ophtalmologie de l'Est de la France, décembre 1926, in *Bulletin de la Société d'Ophtalmologie de Paris*).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés diélectriques des mélanges hydro-alcooliques*. Note (1) de MM. PIERRE BRUN et JEAN GRANIER, présentée par M. G. Urbain.

Au cours des recherches poursuivies depuis trois ans par l'un de nous (2) sur les mélanges liquides, nous avons étudié les propriétés de ces mélanges dans le voisinage de la miscibilité critique, et nous avons montré que ces propriétés varient non seulement en fonction de la composition centésimale, mais surtout en fonction de la plus ou moins grande miscibilité de ces mélanges.

(1) Séance du 19 décembre 1927.

(2) P. BRUN, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1747.

Nos recherches ont, d'autre part, confirmé que, dans le cas des liquides organiques, la formule de Maxwell, qui relie le pouvoir inducteur spécifique et la réfringence de ces liquides, doit être remplacée par la formule plus exacte

$$K \leq k_1 + k_2.$$

Dans cette formule,  $k_1$  étant égal à  $n^2$ ,  $k_2$  est un facteur variable, fonction du nombre des ions (OH) libres dans la solution.

Si donc, nous admettons l'hypothèse que la miscibilité critique s'accompagne de variations dans l'état de dissociation de nos liquides, à cet état critique doivent correspondre des variations du pouvoir inducteur de nos solutions : c'est ce que nous nous sommes proposés de vérifier.

Pour cette vérification, nous nous sommes servis des ondes entretenues, procédé qui permet d'obtenir des résultats d'une très grande précision.

Notre installation se composait d'un poste émetteur et d'un poste récepteur à lampes triodes donnant des oscillations de fréquence  $N = 6 \times 10^6$ . Le circuit récepteur comprenait le condensateur contenant le liquide étudié

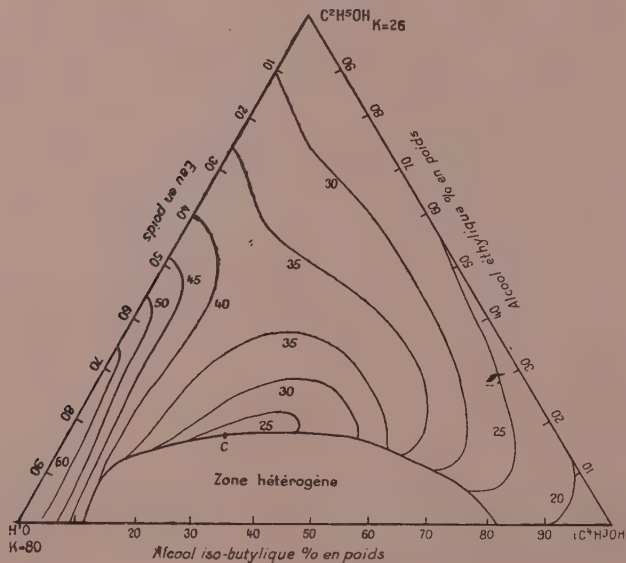


Fig. 1.

et un condensateur variable permettant de compenser ce liquide et d'obtenir l'unisson avec l'émetteur.

Nous avons dû prendre des courants à haute fréquence afin d'avoir la



plus haute valeur possible pour le rapport entre le courant de capacité  $I_1$ , qui sert à nos mesures, et le courant de conductibilité,  $I_2$ , qui constitue une gêne difficile à éviter.

D'un autre côté, en opérant avec des ondes trop courtes, on risquerait de rencontrer une bande d'absorption. Nous avons donc adopté une longueur d'ondes moyenne de  $50^m$ .

Pour diminuer la conductibilité, nous avons pris des alcools très purs, et de l'eau de  $pH=0$ . Pour éviter enfin l'action perturbatrice de l'opérateur les commandes se faisaient à distance, et l'écoute avec un haut-parleur.

Nous avons étudié par cette méthode des mélanges d'eau et d'alcool éthylique avec l'alcool isobutylique et l'alcool isoamylique. Les résultats numériques ainsi obtenus nous ont permis, dans les graphiques triangulaires, de

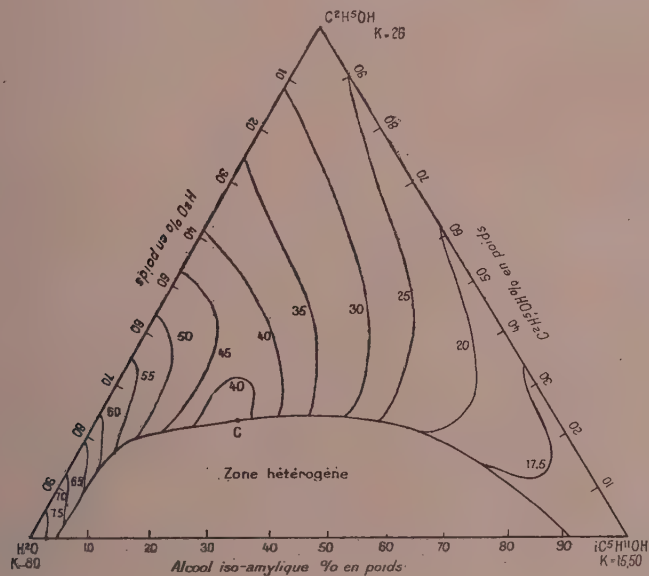


Fig. 2.

tracer les courbes ci-jointes. L'étude de ces graphiques nous montre, dans la zone critique de miscibilité, des perturbations très nettes de l'orientation des courbes d'égal pouvoir inducteur, perturbations semblables à celles que nous avons observées dans l'étude des autres propriétés physiques de ces mêmes mélanges.

D'autre part, si nous comparons ces graphiques à ceux que nous avons

publiés antérieurement <sup>(1)</sup>, qui donnent les variations des réfringences de ces mêmes mélanges en fonction de leur composition centésimale, nous constatons que la règle de Maxwell, vraie pour les corps réfringents purs, ne s'applique plus du tout dans le cas de nos mélanges :  $K$  n'est plus une fonction croissante de  $n$  mais de  $\frac{1}{n}$ .

CHIMIE PHYSIQUE. — *L'évolution du sulfure de nickel et du sulfure de cobalt au sein de l'eau*. Note de M<sup>lle</sup> SUZANNE VEIL, présentée par M. G. Urbain.

Dans une précédente recherche <sup>(2)</sup>, nous avons constaté que le sulfure de fer partage avec les hydroxydes la propriété de ne pas rester magnétiquement invariable au sein de l'eau chaude. Les présentes expériences ont montré qu'il en est encore de même du sulfure de nickel et du sulfure de cobalt.

Chacun de ces deux sulfures était précipité à froid d'un sel de son métal, au moyen de sulfure de sodium, puis lavé à l'eau bouillie froide par décantation et desséché dans le vide, toutes opérations exécutées avec la rapidité nécessaire pour se mettre à l'abri d'une éventualité d'oxydation.

1. *Sulfure de nickel*. — Le sulfure de nickel, préparé entièrement à froid, est moins magnétique que l'hydroxyde obtenu dans les mêmes conditions, les coefficients d'aimantation étant, comme toujours, rapportés au poids de métal. Lorsque le sulfure de nickel a séjourné dans l'eau chaude, il devient moins oxydable, et en même temps son magnétisme s'abaisse, dépréciation qui se poursuit lorsqu'on reprend les traitements, après avoir dissous dans l'eau régale le sulfure modifié.

D'autre part, pour l'oxyde calciné correspondant, le magnétisme, après avoir, en général, accusé une exaltation au début des traitements à l'eau chaude, s'abaisse progressivement après les opérations ultérieures. Du point de vue magnétique, l'oxyde dérivé du sulfure préparé à froid est de l'ordre de l'oxyde qui correspond à l'hydroxyde préparé également à froid.

Ci-après, à titre d'exemples, les résultats numériques d'expériences faites en tubes scellés, qu'on chauffait au bain d'huile une douzaine

---

<sup>(1)</sup> P. BRUN, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1221

<sup>(2)</sup> *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 1286.

d'heures à des températures variées. Comme coefficient d'aimantation unité, on a choisi arbitrairement le coefficient d'aimantation de l'oxyde résultant de la calcination du sulfure préparé à froid.

TABLEAU I. — *Coefficients d'aimantation des sulfures de nickel successifs et de leurs oxydes calcinés (rapportés au poids du métal).*

	120°.		150°.		180°.		210°.	
	Sulf.	Oxyde.	Sulf.	Oxyde.	Sulf.	Oxyde.	Sulf.	Oxyde.
Préparation à froid . . . . .	2,91	1	2,34	1	2,16	1	2,65	1
Premier traitement à chaud.	1,41	2,80	1,60	1,04	1,25	5,73	1,10	2,41
Deuxième » . . . . .	1,06	0,95	1,34	0,79	1,10	1,94	0,89	1,68
Troisième » . . . . .	0,84	0,65	0,72	0,72	1,19	2,42	0,86	1,52
Quatrième » . . . . .	0,71	0,68	0,84	0,69	1,06	1,75	0,82	0,96

Il y a souvenir manifeste au cours des opérations. Les phénomènes rappellent ceux qui sont relatifs à l'hydroxyde nickелеux et à l'hydrate de sesquioxyde de nickel (<sup>1</sup>).

II. *Sulfure de cobalt.* — Dans le cas du cobalt, les phénomènes ont approximativement la même allure que dans le cas du nickel, tant pour le sulfure lui-même que pour l'oxyde calciné.

TABLEAU II. — *Coefficients d'aimantation des sulfures de cobalt successifs et de leurs oxydes calcinés (rapportés au poids du métal).*

	120°.		150°.		180°.		210°.	
	Sulf.	Oxyde.	Sulf.	Oxyde.	Sulf.	Oxyde.	Sulf.	Oxyde.
Préparation à froid . . . . .	2,00	1	2,99	1	2,68	1	2,12	1
Premier traitement à chaud.	1,05	1,02	0,94	1,24	0,79	1,06	0,94	1,19
Deuxième » . . . . .	0,94	1,22	0,72	1,50	0,52	1,48	0,45	1,63
Troisième » . . . . .	1,03	1,28	0,59	1,75	0,59	1,14	0,27	1,34
Quatrième » . . . . .	0,72	1,23	0,52	1,20	0,51	1,18	0,32	1,24

Les phénomènes se différencient nettement de ceux que manifeste l'hydrate de sesquioxyde de cobalt (<sup>2</sup>). Le sulfure de cobalt, préparé à froid, est beaucoup plus magnétique que l'hydrate de sesquioxyde de cobalt, préparé également à froid. Les oxydes calcinés de l'une et de l'autre de ces substances ont des coefficients d'aimantation du même ordre.

(<sup>1</sup>) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 842; 180, 1925, p. 211.

(<sup>2</sup>) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1171.



CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination ébullioscopique des équilibres moléculaires de la résorcine dans les solutions aqueuses de chlorure de sodium.* Note de MM. F. BOURION et E. ROUYER, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons étendu aux solutions de résorcine dans les solutions aqueuses de chlorure de sodium l'étude ébullioscopique que nous avons faite antérieurement <sup>(1)</sup>, des équilibres moléculaires présentés par cette substance en dissolution dans les solutions aqueuses de chlorure de potassium.

Nous avons étudié les deux séries O, 5 M et 1,225 M ClNa; rappelons que dans une même série, le rapport de la masse de chlorure de sodium à la masse d'eau contenue dans le mélange ternaire est déterminé et égal en particulier à celui qu'il possède dans le mélange binaire eau-chlorure de sodium, dont la concentration définit la série. On a l'équilibre



avec

$$K_n = \frac{C^n}{c^n},$$

$c$  et  $c'$  désignant les concentrations respectives des molécules simple et triple. Nous avons montré que :

$$K_n = \frac{nC^{n-1}(n \times 110 \Delta e - ak)^n}{(n-1)^{n-1} a^{n-1} (nak - n \times 110 \Delta e)},$$

$C$  étant la concentration totale de la résorcine exprimée en molécules simples,  $a$  la masse de cette substance qui se trouve en présence de 100<sup>g</sup> d'eau,  $k$  et  $\Delta e$  les constante et élévation ébullioscopiques.

Pour déterminer  $k$  on cherche les racines de l'équation

$$\delta = \frac{C_2^{n-1}(n \times 110 \Delta e_2 - a_2 k)^n}{a_2^{n-1}(na_2 k - n \times 110 \Delta e_2)} - \frac{C_1^{n-1}(n \times 110 \Delta e_1 - a_1 k)^n}{a_1^{n-1}(na_1 k - n \times 110 \Delta e_1)} = 0,$$

$a_1$  et  $a_2$ ,  $\Delta e_1$  et  $\Delta e_2$  correspondant aux concentrations  $C_1$  et  $C_2$ . On résout cette équation, en appliquant la méthode des premiers passages par zéro, avec écart minimum des valeurs extrêmes de  $k$ , décrite antérieurement (*loc. cit.*).

1. Les solutions aqueuses de chlorure de sodium, définies par un rapport

(1) F. BOURION et E. ROUYER, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 911 et 1064; *Journ. de Chim. Phys.*, 24, 1927, p. 437-469.

déterminé chlorure de sodium-eau, constituent un milieu possédant une constante ébullioscopique déterminée.

Pour chaque série, la résorcine donne lieu, dissoute dans les solutions aqueuses de chlorure de sodium, à des équilibres entre molécules simples et doubles, ou entre molécules simples et triples, selon la concentration, comme dans l'eau pure.

L'équilibre entre molécules simples et doubles a un domaine de plus en plus diminué, à mesure que croît la richesse en chlorure de sodium.

Dans l'eau pure, il s'étend jusqu'à la concentration.....	1,25 M en résorcine
Dans la solution ClNa 0,5 M.....	1,45 M »
» 1,225 M.....	1,075 M »

2. Ces particularités s'expliquent aisément, en remarquant que  $k$  croît, et  $K_n$  décroît, lorsque la concentration en ClNa s'élève. On a :

	Eau pure.	0,5 M.		1,225 M.	
		ClK.	ClNa.	ClK.	ClNa.
$k$ .....	5,214	5,955	6,313	6,965	7,694
$K_2$ .....	2,14	1,89	1,81	1,57	1,42
$K_3$ .....	5,19	4,17	3,89	2,77	2,21

L'association est d'autant plus grande que les solutions sont plus riches en chlorure de sodium.

Pour les mêmes concentrations en chlorure alcalin, la constante  $k$  est plus grande pour le chlorure de sodium que pour le chlorure de potassium; par contre, la constante d'équilibre est un peu plus faible pour le premier que pour le second, ce qui révèle une association de la résorcine un peu plus marquée dans les solutions du premier.

3. Nous avons montré antérieurement (*loc. cit.*), par voie thermodynamique, que si l'on dissout la résorcine dans les solutions aqueuses d'un chlorure alcalin, ces dernières devaient satisfaire comme milieu aux lois de l'ébullioscopie avec une constante sensiblement égale à celle de l'eau pure. Ces résultats sont en désaccord avec les faits observés. On trouve une explication raisonnable de ces derniers en admettant une fixation de l'eau sur le sel, soit sous forme d'ions, soit sous forme de molécules entières.

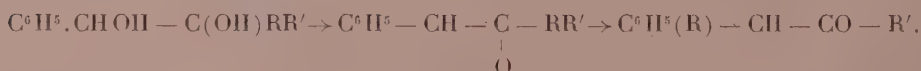
Dans cette dernière hypothèse, la proportion d'eau globale fixée sur le sel est plus grande, à concentration égale, pour le chlorure de sodium que pour le chlorure de potassium. On a :

Conc. de chlorure alcalin...	0,5 M.	1,225 M.
ClK.....	ClK(H <sup>2</sup> O) <sub>12,6</sub>	ClK(H <sup>2</sup> O) <sub>11</sub>
ClNa.....	ClNa(H <sup>2</sup> O) <sub>19,1</sub>	ClNa(H <sup>2</sup> O) <sub>14,2</sub>

Les degrés d'hydratation varient dans le même sens que les activités ioniques pour ces deux sels, mais ne leur sont nullement proportionnelles, comme cela arrive pour d'autres propriétés, notamment les constantes de vitesses de réactions observées en présence des deux chlorures, agissant comme accélérateurs.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Aptitudes migratrices comparées des radicaux acycliques dans la transposition semipinacologique des phényldialcoylglycols. Leurs rapports avec les capacités affinitaires.* Note <sup>(1)</sup> de M. M. TIFFENEAU et M<sup>lle</sup> JEANNE LÉVY, présentée par M. A. Béhal.

Nous avons établi dans deux Notes antérieures <sup>(2)</sup> que la déshydratation des phényldialcoylglycols par l'acide sulfurique concentré s'effectue par élimination de l'oxydyle secondaire et que cette déshydratation s'accompagne d'une transposition semipinacologique avec migration de l'un ou l'autre des radicaux acycliques



Nous avons montré d'autre part que, le plus souvent, l'un des deux radicaux R et R' susceptibles d'émigrer émigre seul ou d'une manière prépondérante, si bien que l'on peut recourir à cette réaction transpositrice <sup>(3)</sup> pour étudier systématiquement les aptitudes migratrices relatives des divers radicaux acycliques.

Jusqu'à présent, nous avons étudié treize phényldialcoylglycols



Les résultats que fournit leur déshydratation par l'acide sulfurique concentré sont indiqués dans la deuxième colonne du tableau ci-après; les

<sup>(1)</sup> Séance du 3 janvier 1928.

<sup>(2)</sup> M. TIFFENEAU et JEANNE LÉVY, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 1112; JEANNE LÉVY et P. WEILL, *ibid.*, 184, 1927, p. 135.

<sup>(3)</sup> M. TIFFENEAU et JEANNE LÉVY, *Bull. Soc. chim.*, 4<sup>e</sup> série, 33, 1923, p. 735.



radicaux susceptibles d'émigrer (première colonne) et ceux qui ont émigré (deuxième colonne) ont été soulignés d'un trait.

En vue de préciser les relations entre les aptitudes migratrices des radicaux et leurs capacités affinitaires, nous avons, dans une troisième colonne, indiqué les capacités affinitaires relatives des divers radicaux comparés deux à deux, telles qu'elles résultent du classement par ordre décroissant qui a été dressé dans la ligne ci-dessous d'après diverses données expérimentales ou d'après diverses considérations théoriques concernant l'affinité variable

Butyle > Méthyle > Propyle > Butyle > Éthyle > Propyle > Benzyle.

De l'examen de ce tableau, il résulte que le radical à capacité affinitaire la plus faible, le *benzyle*, émigre toujours de préférence aux autres radicaux (nos 11, 12, 13). Quant au radical *méthyle* qui, après le radical isobutyle, possède la capacité affinitaire la plus forte, il n'émigre jamais (nos 1, 2, 3), sauf dans le cas où il est opposé à un radical *i* butyle (n° 4) dont la capacité affinitaire est nettement plus faible et qui seul émigre, ou encore lorsqu'il est opposé à un propyle (n° 5) dont la capacité affinitaire est, il est vrai, un peu plus forte, mais dont la migration n'est pas exclusive. Par contre, dans deux cas où les radicaux opposés à l'éthyle sont de capacité affinitaire voisine, l'isopropyle (n° 7) et le *n*-butyle (n° 9), on observe que ce sont les radicaux à plus forte capacité affinitaire qui l'emportent, l'éthyle dans le premier cas et le *n*-butyle dans le second.

On peut donc conclure à quelques exceptions près, que les aptitudes migratrices d'un radical acyclique sont d'autant plus marquées que ce radical possède une plus faible capacité affinitaire. Quant aux trois cas (5, 7, 9) qui ne suivent pas cette règle générale (1), on peut noter que dans chacun de ces cas les radicaux comparés sont peut-être de capacité affinitaire voisine, et que dans l'un d'entre eux (n° 5) l'allure anormale de la réaction est tempérée par le fait qu'on observe une migration simultanée des deux radicaux.

*Conclusion.* — Dans le groupe des phényldialcoylglycols



les aptitudes migratrices comparées des deux radicaux R et R' sont, en général, d'autant plus marquées que leur capacité affinitaire est moindre.

---

(1) Nous nous proposons pour l'étude spéciale de ces trois cas de préciser expérimentalement la valeur des capacités affinitaires des radicaux considérés.

Phényldialcoylglycols (1).	Cétones obtenues par déshydratation sulfurique des phényldialcoylglycols (2).	Capacités affinitaires relatives des radicaux comparés 2 à 2 (3).
1. Phényl-méthyl-éthyl-glycol $C^6H^5 - CHOH - COH(\underline{CH^3})(\underline{C^2H^5})$	Phényl-3-pentanone-4 $C^6H^5(\underline{C^2H^5})CH - CO - CH^3$	{ $\underline{CH^3} > \underline{C^2H^5}$
2. Phényl-méthyl-isopropyl-glycol $C^6H^5 - CHOH - COH(\underline{CH^3})(\underline{iC^3H^7})$	Méthyl-1-phényl-3-pentanone-4 $C^6H^5(\underline{iC^3H^7})CH - CO - CH^3$	{ $\underline{CH^3} > \underline{iC^3H^7}$
3. Phényl-méthyl-butyl-glycol $C^6H^5 - CHOH - COH(\underline{CH^3})(\underline{C^4H^9})$	Phényl-3-heptanone-2 $C^6H^5(\underline{C^4H^9})CH - CO - CH^3$	{ $\underline{CH^3} > \underline{C^4H^9}$
4. Phényl-méthyl-isobutyl-glycol $C^6H^5 - CHOH - COH(\underline{CH^3})(\underline{iC^4H^9})$	Phényl-2-méthyl-5-hexanone-3 $C^6H^5(\underline{CH^3})CH - CO - \underline{iC^4H^9}$	{ $\underline{iC^4H^9} > \underline{CH^3}$
5. Phényl-méthyl-propyl-glycol $C^6H^5 - CHOH - COH(\underline{CH^3})(\underline{C^3H^7})$	{ Phényl-3-hexanone-2 $C^6H^5(\underline{C^3H^7})CH - CO - CH^3$ Phényl-2-hexanone-3 $C^6H^5(\underline{CH^3})CH - CO - \underline{C^3H^7}$ }	{ $\underline{CH^3} \geq \underline{C^3H^7}$ }
6. Phényl-éthyl-propyl-glycol $C^6H^5 - CHOH - COH(\underline{C^2H^5})(\underline{C^3H^7})$	Phényl-3-heptanone-4 $C^6H^5(\underline{C^2H^5})CH - CO - \underline{C^3H^7}$	{ $\underline{C^3H^7} > \underline{C^2H^5}$
7. Phényl-éthyl-isopropyl-glycol $C^6H^5 - CHOH - COH(\underline{C^2H^5})(\underline{iC^3H^7})$	Phényl-3-méthyl-5-hexanone-4 $C^6H^5(\underline{C^2H^5})CH - CO - \underline{iC^3H^7}$	{ $\underline{C^2H^5} > \underline{iC^3H^7}$
8. Phényl-éthyl-isobutyl-glycol $C^6H^5 - CHOH - COH(\underline{C^2H^5})(\underline{iC^4H^9})$	Méthyl-2-phényl-5-heptanone-4 $C^6H^5(\underline{C^2H^5})CH - CO - \underline{iC^4H^9}$	{ $\underline{iC^4H^9} > \underline{C^2H^5}$
9. Phényl-éthyl-butyl-glycol $C^6H^5 - CHOH - COH(\underline{C^2H^5})(\underline{C^4H^9})$	Phényl-5-octanone 6 $C^6H^5(\underline{C^4H^9})CH - CO - \underline{C^2H^5}$	{ $\underline{C^4H^9} > \underline{C^2H^5}$
10. Phényl-propyl-butyl-glycol $C^6H^5 - CHOH - COH(\underline{C^3H^7})(\underline{C^4H^9})$	Phényl-5-nonanone-6 $C^6H^5(\underline{C^4H^9})CH - CO - \underline{C^3H^7}$	{ $\underline{C^4H^9} > \underline{C^3H^7}$
11. Phényl-éthyl-benzyl-glycol $C^6H^5 - CHOH - COH(\underline{C^2H^5})(\underline{C^7H^7})$	{ Diphényl-1,2-pentanone-3 pour les $\frac{9}{10}$ $C^6H^5(\underline{C^7H^7})CH - CO - \underline{C^2H^5}$ Diphényl-1,3-pentanone-2 pour $\frac{1}{10}$ $C^6H^5(\underline{C^2H^5})CH - CO - \underline{C^7H^7}$ }	{ $\underline{C^2H^5} > \underline{C^7H^7}$ }
12. Phényl-propyl-benzyl-glycol $C^6H^5 - CHOH - COH(\underline{C^3H^7})(\underline{C^7H^7})$	Diphényl-1,2-hexanone-3 $C^6H^5(\underline{C^7H^7})CH - CO - \underline{C^3H^7}$	{ $\underline{C^3H^7} > \underline{C^7H^7}$
13. Phényl-isopropyl-benzyl-glycol $C^6H^5 - CHOH - COH(\underline{iC^3H^7})(\underline{C^7H^7})$	Diphényl-1,2-méthyl-4-pentanone-3 $C^6H^5(\underline{C^7H^7})CH - CO - \underline{iC^3H^7}$	{ $\underline{iC^3H^7} > \underline{C^7H^7}$

(1) Les deux radicaux dont on compare les aptitudes migratrices sont soulignés.

(2) Seuls les radicaux migrants ont été soulignés.

(3) Les radicaux migrants de la deuxième colonne ont été soulignés.

CHIMIE ORGANIQUE. — Sur les dérivés dihalogénés cristallisés du pinène.

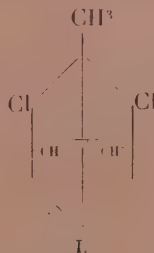
Note (1) de M. **GEORGES BRUS**, transmise par M. Paul Sabatier.

Par action du Cl sur un pinène  $[\alpha]_D = +25^{\circ},6$  Aschan (2) obtint, avec un rendement de 2,6 pour 100 un dichlorure inactif, *orthorhombique* bipyramidal :  $F = 173-174^{\circ}$ ;  $a : b : c = 0,8587 : 1 = 1,9320$ .

Reprenant cette étude avec du pinène pur  $[\alpha]_D = +48^{\circ},1$  provenant de l'essence du pin d'Alep, j'ai obtenu (3), avec un rendement de 15 pour 100 un dichlorure *monoclinique*  $F = 170-171^{\circ}$  différent de celui d'Aschan;  $a : b : c = 1,337 : 1 = 1,384$  (A. Duffour).

Est-ce un cas de dimorphisme, ou le chlorure d'Aschan provient-il d'un carbure autre que le pinène contenu dans l'essence dont l'auteur n'indique pas l'origine?

D'autre part, le dichlorure ne se prêtant pas à l'enlèvement du Cl, je n'ai pu lui attribuer la formule I et l'appeler *chlorure de tricyclène* que par analogie avec l'action du Br sur le pinène, qui conduit au *bromure de tricyclène*.



Si ces deux dérivés étaient isomorphes, on pourrait affirmer avec certitude l'identité de leurs constitutions. Dans le but de comparer leurs formes cristallines, j'ai été conduit à reprendre l'étude de l'action du brome sur le pinène, les cristaux de bromure de tricyclène n'ayant pas été décrits.

Mes résultats, analogues à ceux obtenus avec le chlore, confirment ceux de Wallach (4); il se forme du bromure de bornyle ( $F = 94^{\circ}$ ), des produits bromés liquides, et un dibromure cristallisé  $C^{10}H^{16}Br^2$ ,  $F = 169-170^{\circ}$

(1) Séance du 19 décembre 1927.

(2) O. ASCHAN, *Öfversigt Finska Vetenskaps Soc.*, **37**, 1915, p. 14.

(3) G. BRUS, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1507.

(4) WALLACH, *Annalen der Chemie*, **264**, 1891, p. 1.



(Br = 54, 25 pour 100), qui, par action de la poudre de zinc et de l'alcool, conduit au tricyclène II ( $E = 153^\circ$ ;  $F = 65^\circ$ ), comme Godlewsky et Wagner<sup>(1)</sup> l'ont montré.

Malgré des fractionnements très soignés, je n'ai pas retrouvé le dibromure cristallisé ( $F = 150^\circ$ ) obtenu par Pariselle<sup>(2)</sup> à côté du dibromure de Wallach.



Le dibromure, difficilement soluble à froid, bien plus soluble à chaud dans l'alcool; soluble dans le benzène, l'acétate d'éthyle, le chloroforme, cristallise en cristaux hexagonaux présentant le faciès de ceux de Wallach : « cristaux à faces peu nettes, croissant sous forme de pyramides, souvent complètement creux ».

M. A. Duffour a bien voulu en faire l'étude :

Cristaux hexagonaux : généralement aplatis suivant  $p$ ; se réduisant parfois à de minces lamelles plus ou moins polysynthétiques; plus rarement allongés en prismes; faces prismatiques striées parallèlement à la base.

Faces  $p(001)$ ,  $m(100)$  dominantes.

Nombreuses faces pyramidales extrêmement rapprochées et le plus souvent indéterminables; les plus nettes sont  $b^1$  et  $b^3$ .

$$\frac{c}{a} = 2,00.$$

	Angle des normales.	
	Calculé.	Observé.
$pb^3$ .....	fond.	80,5
$pb^1$ .....	63,5	63,5

Cristaux uniaxes.

Clivage assez facile suivant la base; d'où résulte pour celle-ci un éclat nacré, et pour le cristal une certaine opacité.

(<sup>1</sup>) GODLEWSKY et WAGNER, *J. Russ. chem. Ges.*, 29, 1896, p. 121.

(<sup>2</sup>) PARISELLE, *Comptes rendus*, 172, 1921, D. 1487.

*Ces cristaux ne sont isomorphes ni de ceux du dichlorure orthorhombique d'Aschan, ni de ceux du dérivé monoclinique que j'ai obtenu. On ne peut tirer aucune conclusion de leur comparaison.*

GÉOLOGIE. — *Sur la terminaison occidentale de la Sierra de Cazorla (Andalousie)*. Note (1) de M. **PAUL FALLOT**, présentée par M. Pierre Termier.

J'ai donné le résumé d'observations faites, sur une transversale à la chaîne subbétique, entre la région de Cabra et le nord de Velez-Málaga (2), dans le but d'orienter mes recherches futures. Considérant comme connu le domaine compris, à l'est de cette ligne, entre Alcaudete et le Rio Guadiana Menor, décrit par Robert Douvillé (3), j'ai parcouru une partie des chaînons qui s'élèvent plus à l'Est, de la Sierra de Quesada au nord de Nerpio, et constituent ce que la carte géologique au  $\frac{1}{100\,000}$  groupe sous les noms de Sierra de Cazorla et de Sierras de Segura. Les anciens auteurs y voyaient un vaste anticlinal formé de Trias, de Jurassique et de Crétacé. R. Douvillé y signale des faciès néritiques et considère ces massifs comme autochtones. Cette chaîne, poussée du Sud-Est au Nord-Ouest, est complexe.

Vers la source du Guadalquivir, elle est formée de grands plis comportant du Jurassique, de puissants calcaires crétacés (fournissant localement des Ostracés et Gastropodes aptiens) et des grès et calcaires néogènes, à débris de Clypeastres, Scutelles, etc.

Ces plis, droits ou un peu inclinés, passent vers le Nord-Ouest, c'est-à-dire vers l'extérieur de la chaîne, à des imbrications serrées, bien visibles dans la Sierra de Cazorla, dans la falaise dominant Cazorla et à l'ouest de cette ville. Comportant du Burdigalien, analogue à celui de Majorque, du Crétacé supérieur à Orbitoïdes, et du Jurassique avec Argovien fossilifère (mais pas de Trias), elles s'appuient contre des grès et marnes attribués au Miocène. Localement (à l'est de La Iruela et vers Borrunchel), elles reposent, par leur tranche cisailée, sur ces grès et marnes.

Le style de ces imbrications et la présence du Trias de base dans la bou-

---

(1) Séance du 3 janvier 1928.

(2) *Comptes rendus*, 183, 1927, p. 1287 et 1499.

(3) ROBERT DOUVILLÉ, *Esquisse géologique des Préalpes subbétiques*, Thèse, Paris, 1906, p. 1-223.

tonnière de la haute vallée du Guadalquivir, 3<sup>km</sup> au Sud-Est, semblent indiquer que ces accidents ont peu d'ampleur. Plus à l'Ouest, dans la terminaison occidentale de la chaîne, les dépôts chevauchés dessinent un profond rentrant qui est limité au Nord-Est par les contreforts voisins de Cazorla, au Sud-Est par le prolongement de la Sierra de Cazorla, abaissée et formant un col emprunté par la route de Quesada à Tiscar, et au Sud-Ouest par la Sierra de Quesada. Ce *rentrant* mesure environ 8<sup>km</sup> dans le sens de la poussée et 4<sup>km</sup> de large.

Le chaînon de Quesada comporte une série de petits plis, droits au Sud-Est et, vers son extrémité, déversés au Nord-Ouest. Leurs axes sont orientés du Sud-Ouest au Nord-Est et leur tranche domine la dépression miocène. La route de Quesada à Tiscar suit à peu près la surface de séparation des plis du Secondaire et du Miocène, mettant à jour en plusieurs endroits la surface de chevauchement. Il n'en est pas de même au pied du versant sud-ouest de ce chaînon. Tous ses plis y montrent une forte inclinaison d'axe au Sud-Ouest et se terminent périclinalement dans le complexe de Trias, de Crétacé marneux et de Tertiaire qui s'étend dans toute la dépression de la vallée du Guadiana Menor, jusqu'aux régions étudiées, 20<sup>km</sup> plus à l'Ouest, par R. Douvillé.

Celui-ci considérerait ce complexe, où le Crétacé et le Tertiaire reposent, indifféremment, directement sur le Keuper, comme autochtone; mais 200<sup>km</sup> au Nord-Est, entre Cieza, Villena et Villarroja, Nicklès supposait que des rapports semblables étaient dus à des charriages (<sup>1</sup>). Si l'on admet ici, ainsi que tous les pendages et les contacts le laissent supposer, l'ennoyage des plis de la Sierra de Quesada, ce complexe Trias-Crétacé-Tertiaire les enveloppe et ne saurait être en place. On peut-il est vrai supposer que les plis de la Sierra de Quesada ont été cisaillés par leur base et reposent, avec les apparences de l'ennoyage, sur le complexe en question. L'absence de Trias à l'est du chaînon semble toutefois peu conforme à cette hypothèse, alors que la première paraît appuyée par le fait que, dans leur couverture normale, les plis comportent le Néogène qui plus à l'Est, au col de la route de Tiscar, plus à l'Est encore, vers la source du Guadalquivir, fait suite normalement au Secondaire, et que cette couverture des plis paraît s'enfoncer vers l'Ouest sous les marnes miocènes qui forment une auréole séparant les plis de la Sierra de Quesada de la zone où apparaît le Keuper.

---

(<sup>1</sup>) R. NICKLÈS, *Sur l'existence de phénomènes de charriage en Espagne dans la zone subbétique* (Bull. Soc. géol. de Fr., 4<sup>e</sup> série, 4, 1904, p. 211-247)



Il convient toutefois d'ajouter que, vers le Sud, entre Tiscar et Pozo Alcon, l'extrémité sud de la chaîne, dans le massif en partie crétacé (Néocomien néritique) de Cuenca Lancha, ne semble pas s'engorger sous le complexe Trias-Crétacé-Tertiaire, mais reposer, au moins localement, sur le Keuper. A partir du nord-ouest de Cuenca, on ne trouve plus que le complexe, où prédomine le Trias. Le Mio-pliocène transgressif le recouvre selon une ligne allant de l'est de Hinojares aux Llanos de la Pellija, au sud de Castril, et se prolongeant jusqu'au delà de Huescar.

Aucune investigation tectonique ne peut être tentée entre le Midi de la chaîne en question et l'auréole de terrains secondaires qui, 30<sup>km</sup> plus au Sud, vers Baza, entoure les massifs cristallins de la Sierra de Los Filabres.

GÉOLOGIE. — *Caractères stratigraphiques de la nappe de l'Embrunais et du bord externe de la nappe du Briançonnais au nord de la région du Peloux.*

Note <sup>(1)</sup> de M. **HENRI SCHOELLER**, présentée par M. Pierre Termier.

Dans une précédente Note <sup>(2)</sup>, j'ai suivi, de la région du Galibier jusqu'en Suisse, la nappe de l'Embrunais (ou nappe des Aiguilles d'Arves) et le bord externe de la nappe du Briançonnais (zone du Galibier de W. Kilian). Je vais montrer, ici, quels sont les rapports et les différences stratigraphiques de ces deux unités tectoniques.

Dans la *nappe de l'Embrunais*, le *Houiller* ne se montre qu'aux environs des Chapieux. Le *Trias* affecte un faciès très spécial, schisteux et qui paraît embrasser la presque totalité de ce groupe. Il est localisé au bord occidental de la nappe. On peut le suivre du col de Varbuche au Cornet de Roselend. Le *Lias* n'est en général que très peu développé. Il est le plus souvent zoogène, cristallin, comme aux Chapieux, à Villette, au hameau du Bois, au Niélard, à Dorgentil et à la base du massif des Aiguilles de la Saussaz et du Goléon. Les *brèches du Télégraphe* n'en sont pas absentes; cependant ce sont les calcaires cristallins ainsi que la réduction extrême du Lias schisteux qui donnent, ici, son cachet spécial au Lias. Dans l'état actuel de nos connaissances, les terrains *Jurassique* et *Crétacé* font complètement défaut, sauf à Montricher où existent des *Marbres en plaquettes*. Et là encore, il n'est

---

(<sup>1</sup>) Séance du 3 janvier 1928.

(<sup>2</sup>) *La nappe de l'Embrunais et le bord externe de la nappe du Briançonnais (zone du Galibier) suivis de France en Suisse* (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1497).

pas très certain qu'ils n'appartiennent pas à la nappe du Briançonnais. Le *Nummulitique* est la formation caractéristique de la nappe de l'Embrunais, que, pour cette raison, P. Termier a appelée autrefois zone du Flysch. Ce Nummulitique présente, toujours à sa base, de gros bancs de conglomérats-brèche; ce qui est général dans toute la nappe de l'Embrunais. J'insiste sur cette position des conglomérats-brèches, car la plupart des auteurs, dans un grand nombre de cas, en particulier la Tarentaise, les ont placés à divers niveaux du Flysch; ils ont été trompés par des apparences dues à la présence de replis. Il en découle que les conglomérats-brèches de Tarentaise ne passent pas au Flysch de la Maurienne. Les brèches de Maurienne et de Tarentaise occupent une même position stratigraphique à la base d'un Flysch puissant. Dès lors, si l'on peut démontrer que le calcaire cristallin de Montricher est un faciès latéral des conglomérats de Maurienne, on pourra conclure aussi, avec les plus grandes probabilités, à l'âge lutétien des conglomérats-brèches de Tarentaise.

Le *bord externe de la nappe du Briançonnais* montre beaucoup plus de *Houiller*. Ce terrain est bien représenté aux environs du Bourg-Saint-Maurice, et il affleure en quelques points de la bande triasique située entre Fontaine-sur-Salins et le col du Coin. Le faciès si caractéristique de Villarly, qui affecte la partie supérieure du *Trias* seulement, contraste avec celui qu'a le *Trias* dans la nappe de l'Embrunais. Et il n'est peut-être pas inutile de remarquer que ce faciès est lié à celui du *Rhétien* fossilifère <sup>(1)</sup> que l'on trouve bien développé dans cette unité tectonique. Le *Lias*, ici, renferme ses deux divisions classiques de *Lias calcaire* et de *Lias schisteux*, ce que l'on ne voit pas dans la nappe de l'Embrunais avec un tel développement et une telle puissance; et d'une manière générale les calcaires sont bien moins zoogènes. C'est plutôt le type *brèche du Télégraphe* qui domine. Le *Jurassique inférieur* est représenté. Le *Jurassique supérieur* et les *Marbres en plaquettes* sont très abondants. Ils n'ont pas été enlevés par l'érosion nummulitique comme dans la nappe de l'Embrunais. Ils ont un grand développement dans le massif du Galibier où ils ont été conservés par suite de l'abaissement axial. Le *Nummulitique* termine la série.

On voit donc qu'il existe de notables différences stratigraphiques entre la nappe de l'Embrunais et le bord externe de la nappe du Briançonnais. Au contraire si l'on compare les faciès de ce bord avec ceux de la portion plus interne du Briançonnais, on remarque de très grandes ressemblances.

(1) Par exemple à Villarly, au Pas du Roc et ailleurs, au Morgon, à Sulens.

Aux environs de Bourg-Saint-Maurice, le bord externe du Briançonnais laisse apparaître le faciès des Schistes lustrés à roches vertes. On peut y distinguer : à la base, des schistes et phyllades contenant des roches vertes et appartenant, probablement, pour la plus grande partie, au Trias; puis des calcschistes contenant de rares Bélemnites; enfin, au sommet, des schistes noirs. Ces couches ne diffèrent du Lias des synclinaux de Feissons-sur-Salins que par une cristallinité plus grande et la présence à leur base de roches vertes très variées et typiques. On peut distinguer dans celles-ci plus d'une dizaine de catégories. L'abondance relative des grandes hornblendes, des glaucophanes, des pyroxènes, des grenats, est à remarquer (Pointe du Clapey, Pointe de Beaupré). Les serpentines existent à la Pointe de Broglie.

**BOTANIQUE.** — *Sur la signification des cristaux rouges apparaissant, sous l'influence du bleu de crésyl, dans les cellules de certaines Algues.* Note de **M. G. MANGENOT**, présentée par M. Molliard.

On connaît les phénomènes, découverts par Sauvageau<sup>(1)</sup>, accompagnant la coloration *in vivo*, par le bleu de crésyl, de Floridées telles que *Falkenbergia Doubletii* : des bouquets de cristaux rouges ou violacés se forment dans les vacuoles de certaines cellules de l'Algue; ils disparaissent au moment où un corpuscule, appelé ioduque, éclate en laissant fuser une masse verte. En août dernier, j'ai pu, en étudiant *F. Doubletii*, vérifier la réalité de ces faits et préciser leur signification.

La teinte verte est due à l'existence d'iode libre dans la matière qui sort de l'ioduque éclaté; en effet, si l'on dépose une paillette d'iode dans une goutte d'une solution de bleu de crésyl, un précipité vert, identique à celui qui s'échappe des ioduques, apparaît autour de la parcelle du métalloïde. Ainsi, comme le soutient Sauvageau, avec, d'ailleurs, bien d'autres preuves à l'appui, l'ioduque renferme de l'iode libre ou, si l'on ne veut pas admettre la présence, dans une cellule vivante et saine, d'un corps doué d'affinités

---

(<sup>1</sup>) SAUVAGEAU, *Sur quelques Algues Floridées renfermant de l'iode à l'état libre* (Bull. de la Stat. biol. d'Arcachon, 22, 1925, p. 3-43).



particulièrement actives, de l'iode à l'état de combinaison, tellement instable que les moindres influences suffisent à libérer le métalloïde [(<sup>1</sup>) et (<sup>2</sup>)].

La signification des phénomènes se déroulant au niveau de l'ioduque lésé étant connue, celle des cristaux rouges qui apparaissent, avant l'éclatement de ce corpuscule dans la vacuole, reste à déterminer.

On notera d'abord que les cristaux se forment dans les vacuoles des cellules apicales et subapicales de *F. Doubletii*; or, ces cellules, dans lesquelles les iodures n'existent pas encore, n'offrent jamais trace d'un précipité vert granuleux, par conséquent, ne contiennent pas, comme les cellules plus âgées, d'iode libre.

La formation des cristaux rouges à partir d'une dissolution de bleu de crésyl n'est pas, en effet, une réaction de l'iode libre, mais des iodures : si l'on dissout quelques grains de bleu de crésyl dans une goutte d'une solution diluée (à 0,5 pour 100, par exemple, dans l'eau distillée ou dans l'eau de mer) d'iodure de potassium, des cristaux rouges ou violacés, très semblables à ceux des cellules de *F. Doubletii* colorées *in vivo*, apparaissent, d'une manière constante et en grand nombre, à la surface de cette goutte; le bleu de crésyl, qui est un chlorure d'oxonium, a donné lieu, selon Freundler (communication verbale), à la double décomposition suivante :  $OxCl + IK = OxI + KCl$ ; l'iodure d'oxonium dérivé du bleu de crésyl se dépose, à la limite de la zone aqueuse, sous forme de cristaux rouges. L'apparition de ces derniers à la périphérie d'une vacuole indique, par conséquent, la présence d'un iodure à l'intérieur de celle-ci (<sup>3</sup>).

Il devenait, dès lors, intéressant d'étudier l'action du bleu de crésyl sur les Laminaires des côtes de France, Algues renfermant, à l'exception de *Saccorhiza bulbosa*, de notables quantités d'iodures.

(<sup>1</sup>) Freundler suggère (communication verbale) que des *periodures*, composés extrêmement labiles, pourraient exister dans l'ioduque.

(<sup>2</sup>) Que, dans certaines conditions, les plantes à iodures ne contiennent pas d'iode sous cette forme, c'est ce que semblent démontrer certains faits soulignés par Sauvageau; Chemin et Legendre ont signalé aussi (*Comptes rendus*, 183, 1926, p. 904) un fait de cet ordre, mais ils l'ont interprété d'une manière incorrecte.

(<sup>3</sup>) Des cristaux rouges apparaissent aussi, comme l'a noté Sauvageau, au pourtour d'une goutte de bleu de crésyl dans laquelle est déposée une parcelle d'iode; mais cette réaction n'est pas aussi constante et les bouquets cristallins ne sont pas aussi nombreux qu'en présence d'iodure. Freundler pense que, dans le cas de l'iode, l'apparition des cristaux dépend de la formation préalable d'iodures à partir de substances à réaction alcaline présentes dans le solvant utilisé.

Chez *Laminaria Cloustonii*, *L. flexicaulis* et *L. saccharina*, des cristaux se forment régulièrement, sous l'influence du bleu de crésyl, dans les vacuoles de certaines cellules du thalle; ces vacuoles, d'abord teintées en violet, se décolorent; en même temps s'épanouissent, à l'intérieur de celles-ci, les cristaux rouges, groupés en bouquets attachés en des points quelconques de la paroi de la vacuole : phénomènes identiques, par conséquent, à ceux observés chez *Falkenbergia*. Ces cellules dont le suc vacuolaire contient des iodures sont, d'abord, toutes celles qui constituent *la moelle* du stipe, des frondes et des crampons; dans cette région, les cristaux sont surtout abondants à l'intérieur des nombreuses petites vacuoles sphériques qui caractérisent, au point de vue cytologique, les éléments médullaires allongés dans le sens longitudinal; dans les éléments médullaires à direction transversale, dont chaque cellule contient une ou deux grandes vacuoles, les bouquets cristallins sont moins nombreux, se forment avec moins de régularité et sont faits de cristaux plus ténus, onduleux.

Dans *les assises intermédiaires* entre la moelle et l'écorce, le bleu de crésyl ne produit jamais de cristaux rouges. Dans *l'écorce*, celle des crampons, des stipes ou des frondes, les cristaux se forment constamment chez *L. flexicaulis* et *L. saccharina*, mais sont plus petits et groupés en bouquets plus serrés chez celle-ci que chez celle-là. On n'en observe jamais, au contraire, chez *L. Cloustonii* : résultat comparable à celui des analyses, faites par Freundler, d'après lesquelles l'iode n'est pas, dans l'écorce de cette Algue, sous la forme d'iodures, mais sous celle de combinaisons beaucoup plus stables, de periodates. Par contre, chez cette espèce comme chez *L. flexicaulis*, des iodures existent dans les cellules *des canaux mucifères*. Enfin le bleu de crésyl ne détermine la formation des cristaux rouges dans aucune des parties de *Saccorhiza bulbosa*.

Les conclusions de ces recherches sur la distribution des iodures dans le thalle des Laminaires concordent avec celles tirées par Tunmann <sup>(1)</sup> d'une étude du même ordre poursuivie au moyen d'une technique très différente, elles sont conformes aussi aux résultats des analyses chimiques; mais l'usage du bleu de crésyl permet des constatations plus précises, au point de vue histologique, que celles provenant de la mise en œuvre de ces autres procédés.

---

(1) O. TUNMANN. *Ueber Jod und den Nachweis desselben in der Laminaria* (Pharm. Zentralhalle, 48, 1907, p. 505).

MYCOLOGIE. — *L'évolution nucléaire chez Ascoidea rubescens Brefeld.*

Note de M. **BOGDAN VARITCHAK**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Grâce au travail de Lindau et Brefeld la morphologie du développement de l'*Ascoidea rubescens* est aujourd'hui bien connue. Au point de vue cyto-logique ce champignon a été étudié par M<sup>lle</sup> Popta. Malgré cela, nos connaissances sur l'évolution nucléaire sont restées dans l'obscurité la plus complète. Gäumann suppose un développement parthénogénétique.

L'étude de cette espèce nous a paru d'autant plus intéressante que la formation successive de l'asque rappelle d'une manière frappante celle du sporange chez les Saprolegniacées. Nous avons porté notre attention surtout sur la formation des asques.

Lès cellules adultes de ce champignon sont polyénergides. A ce point de vue il n'y a aucune différence entre le mycélium qui provient des conidies et celui qui prend son origine des ascospores; si ce n'est que le premier est plus vigoureux que le dernier. La forme des noyaux rappelle celle des Érisyphacées, mais le centrosome est surtout bien visible immédiatement avant et après la mitose.

Le mycélium produit d'abord une grande quantité de conidies et ensuite il commence à former les asques. Le jeune asque qui est au commencement polyénergide comme les autres cellules végétatives, est riche en protoplasma et la quantité de matière de réserve (goutelettes d'huile) commence à augmenter. A un moment donné, on constate le rapprochement de deux noyaux privilégiés qui se mettent bientôt en contact et leur volume augmente légèrement. Ces deux noyaux contiennent chacun deux chromosomes; ils ne tardent pas à se fusionner ainsi que le font les nucléoles à leur tour. Le volume de ce noyau double est beaucoup plus grand que celui des autres noyaux. Aussi le fuseau de la première division du noyau double est très grand et nous pensons que c'est à ce moment que s'opère la réduction chroma-tique.

Ce noyau de fécondation subit des divisions successives à la suite des-quelles la distinction de ces éléments d'avec les noyaux primaires de l'asque devient d'autant plus difficile que ceux-ci se multiplient également.

Cependant la destinée de ces noyaux va être très différente : ceux qui proviennent du noyau de fécondation sont destinés aux spores de l'asque; les autres vont dégénérer et disparaître par la suite : ces derniers prennent



à l'hématoxiline une coloration homogène qui ne permet pas une différenciation entre le noyau proprement dit et le nucléole. Il semble également qu'ils ne se divisent plus. Au contraire les noyaux qui proviennent du noyau double continuent à se diviser et finalement semblent être un peu plus petits.

Au moment de la formation des spores la différence entre ces deux séries de noyaux devient plus nette. Les noyaux qui proviennent des noyaux doubles s'entourent de protoplasma et forment des spores qui sont d'abord filiformes tandis que les autres restent en dehors dans l'épiplasma. Au point de vue morphologique, il y a aussi une différence. Les noyaux des jeunes spores se présentent comme de petits points bien colorés entourés d'une hyalosphère, tandis que les noyaux contenus dans l'épiplasma semblent être plus grands et entièrement colorés. Ces noyaux deviennent de plus en plus petits; ils peuvent se réunir souvent en groupes et ensuite ils disparaissent complètement.

Les ascospores possèdent une forme analogue à celle de certains *Saccharomycétées* et *Eudomycétacées*; une fois formées, elles sont entourées par l'épiplasma qui, dans ce stade final, paraît homogène. On ne trouve plus trace des noyaux dégénérés. Les ascospores sont ensuite déchargées avec l'épiplasma en dehors et laissent la place pour la formation d'un nouvel asque.

*Conclusions.* — 1. Au point de vue de la biologie et de l'organisation générale comme au point de l'évolution du noyau dans les asques, *Ascoidea rubescens* Brefeld présente beaucoup d'analogie avec *Dipodascus albidus* Lagerheim, mais il ne possède pas de gametanges comme ce dernier champignon.

2. Vu l'analogie remarquable qui existe entre ces deux champignons, nous sommes conduit à attribuer à la fusion que nous avons constatée la valeur d'une fécondation : ainsi nous avons prouvé que la reproduction sexuelle peut s'opérer chez les champignons, même si les organes sexuels font défaut; l'idée que la fusion des noyaux dans l'asque est de nature végétative nous paraît entièrement erronée <sup>(1)</sup>.

3. Quant à la position systématique de l'*Ascoidea rubescens*, nous sommes d'avis qu'il faut réunir *Dipodascus albidus* et *Ascoidea rubescens* dans un même groupe. Ce groupe serait bien caractérisé par le fait qu'il possède

---

(1) Consulter à ce sujet P. A. DANGEARD, *L'origine du périthèce chez les Ascomycètes* (*Le Botaniste*, 10<sup>e</sup> série, 1907, p. 17).

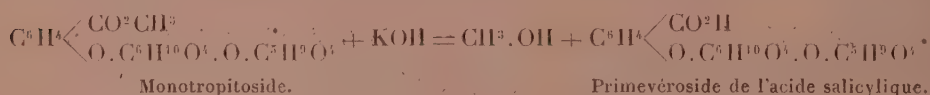
des asques originellement polyénergide. Ce caractère est un signe d'une origine primitive parce que les noyaux inutilisés qui se divisent et ensuite dégénèrent, rappellent singulièrement ce qui se passe chez certaines *Péronosporées*. D'autre part les liens qui existent entre le *Dipodascus albidus* et les Ascomycètes inférieurs sont bien connus. C'est pour cela que nous considérons ce groupe ainsi établi comme le prototype des Ascomycètes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le primevéroside de l'acide salicylique.*

Note de MM. M. BRIDEL et P. PICARD, présentée par M. L. Mangin.

Le primevéroside de l'acide salicylique résulte de la combinaison, avec élimination d'une molécule d'eau, d'une molécule de primevérose et d'une molécule d'acide salicylique. Cette combinaison se fait par le groupe réducteur du primevérose et l'oxyhydryle phénolique de l'acide salicylique : ce primevéroside possède donc une fonction acide libre.

Nous ne l'avons pas rencontré dans la nature; nous l'avons préparé en traitant à froid le primevéroside du salicylate de méthyle, ou monotropitoside, par la potasse en solution aqueuse : la fonction glucosidique n'est pas touchée et il y a saponification de la fonction éther-sel, suivant l'équation



Après saponification, à froid, on ajoute une quantité calculée d'acide sulfurique de façon à transformer exactement la potasse en sulfate de potassium. On évapore à sec et l'on dissout le primevéroside dans l'alcool à 95°, dans lequel le sulfate de potassium est insoluble. On distille l'alcool et l'on fait cristalliser dans l'acétone anhydre.

Le primevéroside de l'acide salicylique cristallise en fines aiguilles. Il est lévogyre,  $\alpha_D = -61^{\circ},6$ , en solution aqueuse. Il n'est pas réducteur. En solution aqueuse, il est acide au tournesol et précipite par l'extrait de Saturne. Il donne, avec l'orcine chlorhydrique, la coloration violette caractéristique des pentoses.

Hydrolysé par l'acide sulfurique à 3,5 pour 100, à  $+105^{\circ}$ , il fournit de l'acide salicylique et un mélange équimoléculaire de xylose et de glucose.

Il est lentement hydrolysé par la rhammodiastase. Après hydrolyse, on a caractérisé l'acide salicylique sous forme de tétraiododiphénylènequinone

et l'on a obtenu, à l'état cristallisé, le primevérose qu'on a caractérisé par sa forme cristalline et son pouvoir réducteur. Trouvé 0,637; théorie 0,648.

La constitution de ce principe nouveau, obtenu par saponification à froid du primevéroside du salicylate de méthyle, est donc nettement démontrée : c'est le primevéroside de l'acide salicylique, nouveau primevéroside que l'on n'a pas encore rencontré dans la nature.

**PHYSIOLOGIE.** — *Sur les analogies existant entre les effets d'une tétanisation et ceux d'une compression.* Note de M. MAURICE FONTAINE, présentée par M. L. Joubin.

Les explications qui avaient été données jusqu'à présent, de l'imbibition des tissus sous l'influence des fortes pressions ne sauraient être admises, nous l'avons montré expérimentalement (1).

Il semble bien que l'imbibition des tissus musculaires, due aux fortes pressions, reconnaisse la même cause que l'imbibition d'un muscle tétanisé et immergé dans une solution isotonique (2).

La similitude des effets entre une tétanisation et une forte compression (similitude mise nettement en évidence par les expériences suivantes) permet de le penser.

1° Trois anguilles sont débarrassées de leurs viscères et dépouillées. Elles sont immergées chacune dans le même volume d'une solution constituée par de l'eau de mer diluée et sensiblement (3) isotonique au sang de l'anguille. L'une est laissée à la pression atmosphérique. L'autre est comprimée à 600<sup>kg</sup> par centimètre carré pendant 1 heure. La troisième est excitée 30 minutes au moyen d'un courant induit (chariot de Du Bois Reymond).

Anguille.	Variations de poids en pour 100		pH du liquide ambiant après 5 heures d'immersion.
	après 1 heure.	après 6 h. 30 m.	
Normale.....	+2	+ 2,5	7,85
Comprimée à 600 <sup>kg</sup> (1 heure)....	+5,2	+12,3	7,5
Tétanisée.....	+5,0	+ 8,1	7,4

(1) M. FONTAINE, *Du mode d'action des fortes pressions sur les tissus* (Comptes rendus, 184, 1927, p. 1345).

(2) Le fait qu'un muscle tétanisé s'imbibe dans une solution isotonique a été signalé et étudié par Ranke, *Tetanos*, Leipzig 1865 et Cook, *Journal of Physiology*, 23, 1898, p. 137.

(3) Cette isotonicité ne peut être rigoureuse, la concentration moléculaire du sang d'anguille variant sensiblement d'un individu à l'autre.



Les mêmes expériences ont été faites sur des trains postérieurs de grenouille immergés dans du liquide de Boer (solution équilibrée isotonique).

Train postérieur.	Variations de poids en pour 100		pH
	après 1 heure.	après 8 heures.	du liquide ambiant après 4 heures d'immersion.
Normal . . . . .	+0,9	+ 1,5	7,4
Comprimé à 470 <sup>kg</sup> (1 heure) . . . . .	+6,9	+ 9,1	6,95
Tétanisé . . . . .	+6,2	+12,8	7,15

De plus, pour cette dernière série d'expériences, nous avons fait, dans le liquide ambiant, la recherche de l'acide lactique.

Alors que la réaction de Hopkins donnait, pour le liquide entourant le train postérieur témoin, une coloration rose très pâle, nous avons eu, pour les liquides d'immersion des trains postérieurs comprimé et tétnisé, une coloration rouge cerise très nette. L'abaissement du pH est donc imputable, aussi bien pour le muscle comprimé que pour le muscle tétnisé, à l'acide lactique qui, produit par la contraction musculaire, diffuse ensuite hors du muscle. Donc, dans les deux cas, tétnisation et compression, nous constatons les mêmes effets :

1° Augmentation de poids sensiblement du même ordre sous l'influence de ces deux agents différents ;

2° Baisse du pH du milieu ambiant consécutive à une production d'acide lactique ;

3° Inexcitabilité et contracture.

Sur ce dernier point, une remarque s'impose. On observe, sous l'influence de la pression (suivant différents facteurs : intensité, durée), tous les stades entre une légère tonicité (analogue à celle consécutive à une tétnisation) et une véritable contracture. Mais alors, dans ce dernier cas, l'action de la pression, qui produit cette rigidité fort analogue à la rigidité cadavérique, semblerait plutôt devoir être assimilée à l'action des vapeurs de chloroforme ou à l'action de la chaleur.

Il n'en est rien car, dans le cas de la rigidité musculaire obtenue par ces derniers agents, le muscle, immergé dans une solution isotonique, n'augmente pas de poids.

Au contraire, dans le cas d'une forte compression, le muscle, même rigide, continue à s'imbiber dans une solution isotonique. L'analogie des effets d'une tétnisation et ceux d'une compression est donc parfaite.

Mais seuls s'imbibent dans une solution isotonique, sous l'influence d'excitations électriques, les tissus qui se contractent : tissus musculaires.

Si donc nous admettons que l'imbibition du tissu musculaire, sous l'influence de la pression n'est due qu'aux contractions résultant de cette forte pression, tous les tissus autres que les tissus musculaires ne devront pas s'imbiber sous l'influence d'une forte pression.

Et c'est en effet ce que nous avons trouvé pour les deux éléments non musculaires que nous avons étudiés jusqu'à présent : l'hématie et le tissu hépatique.

Nous avons montré <sup>(1)</sup> (contrairement à ce que pensait Regnard) que l'hématie ne s'imbibe, sous l'influence de la pression, ni dans son plasma, ni dans une solution isotonique dans laquelle on l'a immergée.

De plus, sous l'influence des fortes pressions (de durée et d'intensité supérieures même à celles suffisant à produire une imbibition déjà notable du muscle) des foies de grenouille, immergés dans des solutions équilibrées isotoniques, se sont comportés exactement comme les témoins laissés à la pression atmosphérique (variations de poids toujours très faibles et absolument du même ordre).

Nous nous proposons d'ailleurs de poursuivre sur d'autres tissus ces dernières séries d'expériences.

Dès maintenant ce faisceau d'expériences semble bien prouver que tous les phénomènes observés jusqu'à présent sur les tissus musculaires, sous l'influence d'une forte compression, peuvent s'expliquer uniquement par la contraction résultant de cette forte pression.

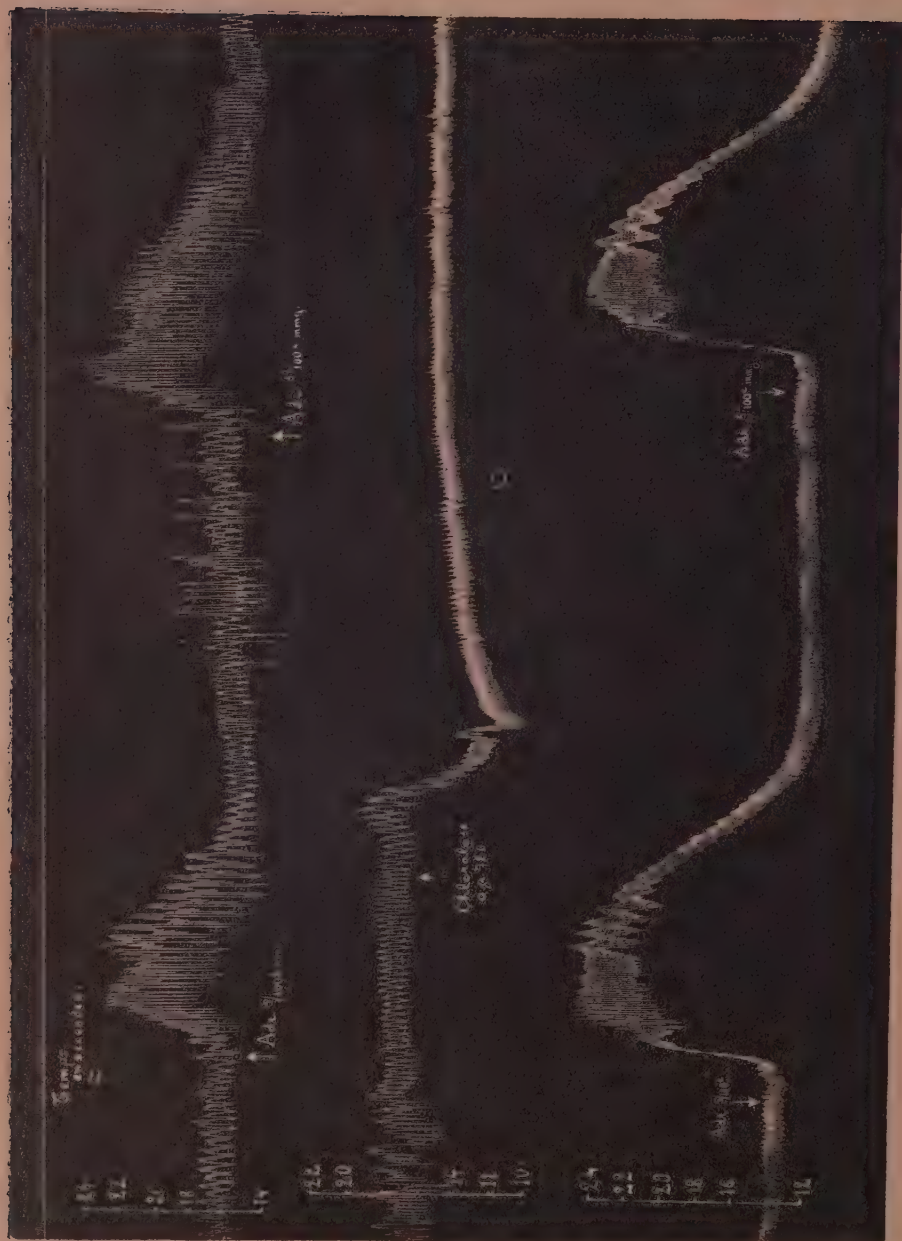
PHARMACODYNAMIE. — *Action du chloralose sur le sympathique et le parasympathique.* Note de M. M. **RAYMOND-HAMET**, présentée par M. A. Desgrez.

Depuis les remarquables travaux de Charles Richet et de Hanriot <sup>(2)</sup>, les physiologistes et pharmacologistes français emploient presque exclusivement l'injection intraveineuse de chloralose pour anesthésier les chiens qu'ils se proposent d'opérer. L'anesthésie par cette substance montre, en effet, sur l'anesthésie par le chloroforme, d'indéniables avantages : sa technique est très simple, elle n'entraîne qu'exceptionnellement la mort de l'animal,

---

<sup>(1)</sup> M. FONTAINE, *Influence des fortes pressions sur le volume globulaire* (*C. R. Soc. Biol.*, 97, 10 décembre 1927, p. 1656).

<sup>(2)</sup> CHARLES RICHTET et HANRIOT, *Archives de Pharmacodynamie*, 3, 1897, p. 191-211,



Chien de 6<sup>kg</sup>, à vagues intacts. — Pression carotidienne enregistrée par le manomètre à mercure. — 1<sup>re</sup> ligne : temps en secondes; 2<sup>e</sup> ligne : action de l'adrénaline chez l'animal non anesthésié; 3<sup>e</sup> ligne : action du chloralose chez l'animal non anesthésié; 4<sup>e</sup> ligne : action de l'adrénaline chez l'animal anesthésié par le chloralose. — Toutes les injections sont faites dans la saphène. Tracés réduits de moitié.



enfin elle permet d'étudier l'action de l'adrénaline qui, chez l'animal chloroformé, provoque trop souvent une syncope mortelle.

Au cours de nos recherches sur les substances sympathicolytiques, nous avons constaté que l'inversion des effets adrénaliniques s'obtient plus difficilement chez l'animal chloralosé que chez l'animal anesthésié par d'autres substances.

Déjà d'ailleurs, de leurs expériences sur l'utérus et l'intestin isolés, BARGY, GAUTRELET et VECIU (<sup>1</sup>) avaient cru pouvoir conclure que le chloralose renforce l'action de l'adrénaline et est par conséquent « susceptible de se comporter comme un léger excitant sympathique », d'où, affirment-ils, « la propriété que possède (cette substance) de maintenir la pression artérielle à son taux normal durant l'anesthésie ». Ayant constaté, en outre, que le chloralose diminue la réaction de l'intestin et de l'utérus isolés à la pilocarpine, ces auteurs s'étaient bornés à voir, dans ce fait, la preuve que le chloralose n'est pas, comme l'hydrate de chloral, un excitant du parasympathique. Ayant d'ailleurs signalé, dans un travail plus ancien (<sup>2</sup>), que, chez l'animal chloralosé, l'atropine ne modifie pas sensiblement l'amplitude cardiaque et « provoque également une accélération moins marquée du rythme », Gautrelet avait seulement conclu que « le chloralose tonifie le cœur même atropiné », d'où son utilisation possible pour l'anesthésie humaine.

Afin d'étudier l'action du chloralose sur l'équilibre sympathique-parasympathique de l'animal entier, nous avons comparé l'hypertension provoquée par une dose moyenne d'adrénaline, d'une part chez le chien non anesthésié, d'autre part chez cet animal chloralosé. Si l'isolement de la carotide est pratiqué rapidement et surtout si l'on a soin de le faire caresser par un aide, l'animal ne manifeste aucune sensation de douleur et sa respiration reste parfaitement régulière.

Le tracé qui accompagne cette Note montre que, chez l'animal chloralosé, une dose moyenne d'adrénaline ( $\frac{8}{100}$  de milligramme) provoque une hypertension deux fois plus forte que chez l'animal non anesthésié.

Il montre également que les manifestations de l'excitation réflexe du pneumogastrique sont beaucoup moins marquées chez l'animal chloralosé que chez l'animal normal. Il est donc permis de penser que, plus encore que comme un excitant du système nerveux sympathique, le chloralose

---

(<sup>1</sup>) BARGY, J. GAUTRELET et VECIU, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1048-1050.

(<sup>2</sup>) GAUTRELET, *C. R. Soc. Biol.*, 81, 1918, p. 369-371.

peut être regardé comme un paralysant du parasympathique, ce qui explique, d'une part, la diminution de la réaction à la pilocarpine de l'utérus et de l'intestin chloralosés, d'autre part la diminution de l'action de l'atropine chez l'animal anesthésié par le chloralose.

Notre tracé montre enfin que, contrairement à l'opinion de Gautrelet, le chloralose diminue souvent très nettement et très durablement la pression carotidienne.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Contribution à la connaissance des graisses d'Insectes : le beurre de Pucerons du Térébinthe.* Note <sup>(1)</sup> de M. **JEAN TIMON-DAVID**, présentée par M. P. Marchal.

L'étude systématique des corps gras chez les Insectes paraît réserver des résultats dignes d'intérêt ; l'un des plus curieux est certainement la découverte chez les Pucerons du Térébinthe d'un produit qui par sa composition ressemble à une graisse végétale et doit être classé dans le voisinage des beurres de Coprah et d'Irvingia.

Il s'agit des *Pemphigus utricularius* Pass. et *cornicularius* Pass., Aphidiens parasites du Térébinthe (*Pistacia Terebinthus* L.) et comme lui, très répandus dans la région méditerranéenne. Les *Pemphigus semilunaris* Pass. et *follicularius* Pass. contiennent également un beurre qui paraît avoir la même composition.

En 1831, Barruel avait retiré une substance grasse des Pucerons du Rosier (*A. rosæ* L.), mais sans parvenir à reconnaître sa constitution.

Les Pucerons du Térébinthe groupés en nombre considérable dans des galles de grandes dimensions ont pu être recueillis en quantité suffisante pour cette étude qui a porté sur plus d'un million d'individus.

Un premier lavage à l'éther a éliminé les débris de substance cireuse qui constituent un produit d'excrétion ; les pucerons ont été ensuite broyés avec du sable et épuisés à l'éther. Après distillation du dissolvant, il est resté une graisse jaune pâle qui forme, avec la plus grande facilité, de magnifiques sphéro-cristaux fondant à 35°. Le rendement atteint environ 20 pour 100.

Les constantes de ce produit, déterminées par les méthodes habituelles, sont les suivantes :

---

(<sup>1</sup>) Séance du 3 janvier 1928.

Indice de saponification (Köttstorfer).....	255
» d'iode (Wijs) .....	1,5
» de Reichert-Meissl.....	9,9
» de Polenske.....	24,7

Les acides gras insolubles sont caractérisés comme il suit :

Point de fusion.....	38°,5
Indice de neutralisation.....	256,9
Poids moléculaire moyen.....	218

Ces chiffres sont très remarquables par la valeur élevée de l'indice de saponification et par l'extrême faiblesse de l'indice d'iode; ils montrent que nous avons affaire à des glycérides d'*acides saturés* et à *chaîne courte*. La proportion considérable d'acides volatils solubles (indice de Reichert-Meissl) et insolubles (indice de Polenske) autorise à appliquer à ce produit le qualificatif de *beurre*. Comme dans le Coprah et à l'inverse du *beurre de vache*, l'indice de Polenske est très supérieur à l'indice de Reichert-Meissl.

Les acides gras insolubles ont été transformés en éthers éthyliques et soumis à une distillation fractionnée sous pression réduite.

La première fraction obtenue a été caractérisée comme étant du laurate d'éthyle : elle avait l'indice des saponifications 246,5, ce qui correspond au poids moléculaire 199,1 (l'indice de saponification du laurate d'éthyle est 245,6 et le poids moléculaire de l'acide laurique 200). Les acides gras extraits de cette fraction fondaient à 38°,5; ils ont été traités par l'acétate de magnésie alcoolique, suivant la méthode de Heintz. L'acide obtenu par ce moyen fondait à 43°,5 après recristallisation dans l'alcool. Il s'agit donc bien d'acide laurique dont la présence est ainsi démontrée.

La deuxième fraction des éthers éthyliques était cristallisée à basse température (point de fusion 10°,5). Son indice de saponification était 205,3, correspondant au poids moléculaire 244,7. Les acides gras qui en ont été extraits fondaient à 46°. C'était évidemment un mélange, mais la quantité de produits qui restait était insuffisante pour pousser plus loin le fractionnement.

Le *beurre de Pucérons du Térébinthe* est donc constitué par des glycérides de nombreux termes de la série acétique : acides volatils solubles (du groupe butyrique), acides volatils insolubles (du groupe caprylique), acide laurique, isolé et caractérisé par son poids moléculaire et son point de fusion, acides supérieurs, au moins jusqu'à l'acide palmitique.



Ce qui lui donne une place à part parmi les autres graisses d'insectes, c'est la présence de quantités importantes d'acides appartenant aux termes inférieurs de la série saturée. Pour quelle raison les liaisons éthyléniques sont-elles aussi rares dans ces réserves adipeuses? C'est là un fait dont l'explication biologique est encore difficile à fournir: on connaît mal les lois qui régissent la répartition des doubles liaisons dans les chaînes des acides gras. Les physiologistes anglais Leathes et Raper attribuent une influence considérable à la température du milieu; les organismes vivant à des températures élevées élaboreraient des graisses à indice d'iode faible. Il est bien vrai ici que les *Pemphigus* se développent sur le Térébinthe, de mai à octobre, c'est-à-dire durant la saison chaude seulement, mais ce fait ne paraît pas suffisant pour justifier un indice d'iode aussi faible.

Par toutes ces particularités, le beurre de Puccrons du Térébinthe s'écarte profondément des autres graisses d'insectes et, à ce titre, sa curieuse constitution méritait d'être signalée.

PROTISTOLOGIE. — *Sur la vacuole prébasale des trypanosomes.*

Note de M. G. LAVIER, présentée par M. F. Mesnil.

Depuis longtemps déjà, on a signalé chez les trypanosomes l'existence d'une vacuole située immédiatement en avant du corps parabasal<sup>(1)</sup>; mais si de nombreux auteurs l'ont représentée dans leurs figures, bien peu en parlent dans leur texte et cette formation est encore très mal connue. J'ai eu l'occasion de faire avec des trypanosomes du groupe *brucei* quelques observations sur cette vacuole.

Elle ne saurait tout d'abord, comme l'ont soutenu certains auteurs, être considérée comme un artefact dû à une mauvaise fixation; elle est en effet parfaitement visible chez le trypanosome vivant: sa réfringence est un peu plus forte que celle du cytoplasme; on est loin cependant de la voir chez tous les individus; on ne peut l'observer que si elle atteint une taille suffisante; dans certains cas, elle est hypertrophiée et, gonflant les deux faces du trypanosome, prend alors une forme lenticulaire que l'on peut nettement observer si l'individu, effectuant un demi-tour sur lui-même, se présente de profil. Souvent, avec une mise au point très précise, on peut constater l'existence à son intérieur d'un axe longitudinal filiforme, de

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 183, 1927, p. 1534.

réfringence égale à celle du cytoplasme; rarement, au lieu de cet axe, on observe une ou plusieurs granulations; en maniant avec soin la vis micro-métrique, on se rend compte que l'axe est bien situé à l'intérieur de la vacuole.

Tous les essais de coloration vitale que j'ai tentés sont restés sans résultat en ce qui concerne la vacuole; l'imprégnation osmique est de même sans effet.

Après fixation et coloration, on retrouve, mais avec beaucoup plus de facilité, les mêmes détails qu'à frais. La méthode la plus simple est l'étalement à sec suivi de coloration par la méthode panoptique (May-Grünwald-Giemsa); mais la fixation humide avec ou sans acide acétique suivie de coloration par l'hématoxyline ferrique donne les mêmes aspects. La vacuole reste incolore (cependant si l'on prolonge l'action du Giemsa, elle peut présenter une teinte rose pâle diffuse qui provient peut-être de la coloration du cytoplasme environnant); souvent, on peut constater l'existence de l'axe filiforme qui se colore comme le cytoplasme en lilas plus ou moins bleuâtre; parfois, mais assez rarement, cet axe se prolonge en avant de la vacuole jusqu'au noyau et même au delà; exceptionnellement, j'ai pu observer dans la vacuole non pas un seul filament mais deux et même quatre allongés parallèlement. Au contact de la vacuole, appliqué au pôle postérieur de celle-ci, est le grain basal accompagné du corps parabasal; le flagelle qui en part ne traverse pas la vacuole, mais court vers l'avant à son voisinage, parfois appliqué à sa surface pour la quitter ensuite et aller soulever la membrane ondulante.

La vacuole prébasale est généralement arrondie; sa taille est très variable et d'ailleurs indépendante de celle du trypanosome. Au moment de la division de celui-ci, elle ne se divise pas; il en apparaît une seconde entièrement formée à nouveau, et généralement précocement, peu après la poussée du deuxième flagelle.

Elle ne peut être considérée comme appartenant à l'appareil parabasal ni comme sécrétée par lui, car chez les individus « ablépharoplastiques » elle est présente aussi bien que chez les individus complets; peut-être est-ce le grain basal qui la forme, mais peut-être aussi est-ce une formation complètement indépendante. Il semble bien en tout cas que son rôle soit sécrétoire, car on voit apparaître fréquemment à sa périphérie des granulations chromophiles qui sont bien différentes de la métachromatine et sur lesquelles j'aurai à revenir ailleurs; les grandes variations de taille que l'on observe chez la vacuole prébasale relèvent donc probablement de variations de l'activité

fonctionnelle: il est des individus, assez rares d'ailleurs, qui paraissent dépourvus de vacuole: peut-être alors est-elle trop réduite pour être visible; peut-être encore est-elle susceptible de disparaître à certains moments pour être plus tard formée à nouveau. Il semble bien en tout cas que ce soit un organe normalement présent chez le trypanosome.

PROTOZOOLOGIE. — *Sur une maladie du maquereau* (Scomber Scomber L.) due à une Myxosporidie: *Chloromyxum histolyticum* n. sp. Note de M. CH. PÉRARD, présentée par M. F. Mesnil.

Parmi les jeunes maquereaux pesant en moyenne 100<sup>g</sup>, expédiés à cette époque de l'année aux Halles de Paris par les pêcheurs de la région de Saint-Jean-de-Luz, un certain nombre (1 à 5 pour 100 environ) présentent une altération curieuse.

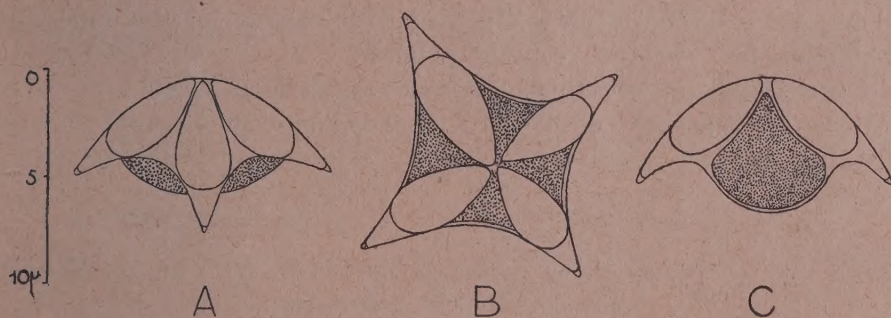
Malgré un parfait état de fraîcheur indiquant une pêche récente, ces poissons, d'ailleurs semblables aux autres par leur taille et leur aspect extérieur, se distinguent par leur extrême mollesse. L'incision de la peau permet de constater que tout le tissu musculaire (sauf parfois l'extrémité du tronçon de la queue) est ramolli et, dans certains cas, presque liquéfié, au point de pouvoir être aspiré à la pipette et de s'écouler par l'ouverture de la peau. Il ressemble à de la gelée de pommes peu épaisse et, dans les cas extrêmes, à de la colle de pâte assez fluide. Par la cuisson (un quart d'heure à 100°), le muscle altéré se coagule; il a l'aspect et le goût de laitance cuite; il est friable, floconneux, peu consistant, gras et savonneux au toucher.

Le tissu musculaire liquéfié (dépourvu d'odeur de putréfaction) ne renferme pas de bactéries (examen direct, coloration, cultures). Par contre, il contient toujours de très nombreuses spores d'une myxosporidie, spores munies des 4 capsules polaires qui caractérisent le genre *Chloromyxum*. Chez les maquereaux fermes de même provenance, au contraire, le tissu musculaire ne contient pas ce parasite.

Il y a tout lieu de penser que l'altération constatée est causée par cette myxosporidie dont la spore présente les caractères suivants: forme d'une lentille biconvexe (fig. A) de 12 à 15<sup>µ</sup> de largeur sur 7 à 9<sup>µ</sup> d'épaisseur (hauteur). La calotte supérieure, en forme de dôme à surface lisse, déborde l'inférieure par 4 pointes très accusées. Elle contient 4 volumineuses capsules, piriformes, souvent de taille un peu inégale, mesurant de 3 à 6<sup>µ</sup> de long sur 3<sup>µ</sup> en moyenne de large, disposées en croix, enfonçant, sur le frais, leur



partie distale dans la base des 4 pointes (*fig. B* vue de la face supérieure), et contenant chacune un filament spiralé long de 15 à 20<sup>u</sup> qu'il est possible de faire dérouler au moyen d'acide chlorhydrique. La partie inférieure de la spore est occupée par le volumineux germe du parasite (*fig. C*, coupe verticale théorique). Il n'y a pas trace de lignes de suture des valves sui-



vant un méridien et on doit supposer que la libération du germe se produit par décollement des 2 calottes opposées, suivant leur ligne circulaire de contact.

La coloration des spores par l'hématoxyline ferrique permet de constater que les capsules possèdent chacune un noyau aplati et le germe deux noyaux rapprochés, assez volumineux. Les noyaux des valves de la spore ne sont pas visibles.

Les spores semblent être formées individuellement; cependant on observe parfois des amas de 4 spores paraissant unies sous une même enveloppe, ce qui permet de supposer que cette myxosporidie peut être aussi polysporée.

Les autres stades du parasite n'ont pas encore été étudiés. En dehors du muscle, les spores existent aussi dans le rein et dans le tube digestif.

Les lésions produites dans le tissu musculaire par le parasite consistent en une infiltration diffuse généralisée. Les fibres et les fibrilles sont dissociées et sectionnées en petits fragments disposés en tous sens. En même temps la striation s'atténue, puis elle disparaît dans les plus petits éléments qui ont un aspect vitreux, et finissent par se liquéfier, contribuant ainsi à la formation du liquide laiteux, produit de l'histolyse musculaire.

Il s'agit donc d'une fonte musculaire généralisée due uniquement au pouvoir lysant du parasite.

Si l'on connaît chez les poissons un assez grand nombre d'espèces de



*Chloromyxum*, aucune n'a été signalée chez le maquereau; 3 sont parasites des muscles, mais elles n'y produisent pas de phénomènes pathologiques comparables à ceux que nous signalons. De plus, notre espèce, que nous avons pu comparer au *Chloromyxum quadratum* Thélohan 1895, d'un poisson voisin du maquereau, le *Trachurus trachurus*, diffère nettement de celle-ci par les caractères de sa spore. Elle se distingue aussi de *Chl. funduli*, Hahn 1915 et de *Chl. clupei* Hahn 1917, notamment par les dimensions beaucoup plus grandes des capsules polaires.

Je propose d'appeler cette nouvelle myxosporidie du maquereau *Chloromyxum histolyticum* et de donner à la maladie qu'elle produit le nom de *Chloromyxose*.

MÉDECINE. — *Nature de la surdité de Beethoven*. Note de M. MARAGE, présentée par M. d'Arsonval.

Quand un peintre devient aveugle l'exercice de son art lui est complètement interdit; mais quand un musicien devient sourd, il lui est encore possible d'écrire de la musique : cette infirmité a-t-elle une influence sur ses œuvres, et y a-t-il un rapport entre la nature de sa surdité et la composition musicale au point de vue physique biologique? C'est ce que je me propose d'étudier en prenant comme exemple Beethoven et son œuvre. Je vais examiner aujourd'hui la nature de sa surdité.

Beethoven est né à Bonn le 16 décembre 1770.

Jusqu'en 1796, c'est-à-dire jusqu'à 26 ans, il n'est nullement question de son audition et jamais dans ses lettres il ne fait allusion à des écoulements d'oreilles, si fréquents chez les enfants à la suite de gripes ou de fièvres éruptives, surtout lorsque, comme lui, ils ont une hérédité assez chargée par des ascendants plus ou moins alcooliques ou tuberculeux.

En 1796, à l'âge de 26 ans, apparaissent les bruits dans les oreilles qui, d'après ses lettres, sont caractérisés par des sifflements très aigus et des bourdonnements dont il ne précise pas la nature. C'est seulement 2 ans après, en 1798, par conséquent à 28 ans, qu'il commence à moins bien entendre les sons aigus : sa surdité débute par l'oreille gauche, elle évolue de la façon suivante : il est obligé de se placer au 1<sup>er</sup> rang des fauteuils d'orchestre pour entendre la voix; un peu loin il n'entend plus les *sons aigus* des voix et des instruments; il n'entend pas le chalumeau d'un pâtre (testament d'Heiligenstadt); *il entend la voix basse* mais ne la comprend pas; il ne peut supporter la voix criée.

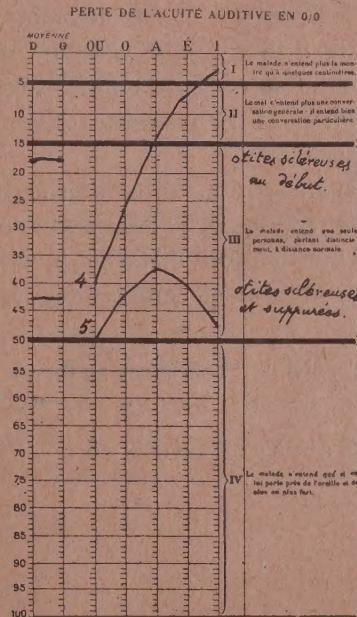
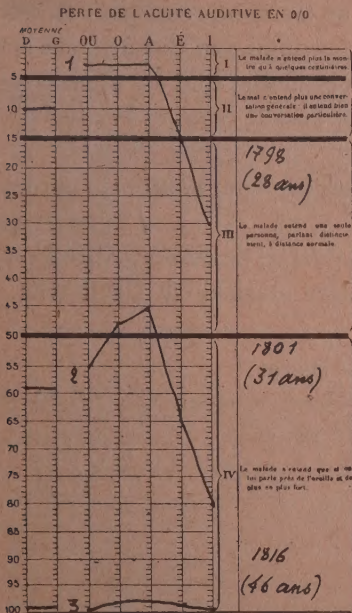
En 1801 il dit ne plus entendre une conversation, mais n'être pas gêné pour sa composition.



Sa surdité s'aggrave peu à peu et en 1814, à 44 ans, il n'entend plus un son de l'orchestre qu'il conduit; en 1816 apparaît le premier cahier de conversation, car il n'entend plus du tout la voix <sup>(1)</sup>; les bourdonnements et les sifflements n'ont pas cessé et se sont même aggravés.

Les cahiers de conversation ne nous apportent aucun renseignement personnel sur la surdité de Beethoven, car il répondait avec une voix aiguë aux questions écrites et ses réponses n'ont pas été conservées.

D'après ces documents, nous pouvons établir le diagnostic : on ne se



trouve pas en présence d'une surdité due à des otites moyennes avec suppuration, car dans ces sortes de surdité ce sont les sons graves et les sons aigus qui disparaissent les premiers, les sons du médium continuant à être entendus (courbe 5). On ne se trouve pas en présence d'une otite scléreuse, car dans ces affections les sons graves disparaissent les premiers; les sons aigus étant souvent entendus d'une façon exagérée au début de la maladie (courbe 4), et chez Beethoven c'est le contraire qui s'est produit.

<sup>(1)</sup> « Il (Beethoven) dit que les appareils acoustiques lui ont complètement détruit ce qui lui en restait (d'ouïe) » (Lettre de Ch. Müller, 26 octobre 1820).



Mais lorsque la surdité débute par les sons aigus et surtout lorsqu'elle est précédée de bourdonnements, de sifflements et de sensibilité exagérée pour la voix criée, il s'agit de lésions de l'oreille interne, en comprenant, sous ce nom, le labyrinthe et les centres cérébraux, d'où émergent les diverses branches du nerf acoustique : la courbe primitive de la surdité de Beethoven en 1798 est donc de la forme (1), c'est de la labyrinthite et non de l'otite scléreuse. Plus tard, en 1801, sa surdité augmente et prend la forme de la courbe 2, ce qui est l'évolution normale de ce genre de surdité. Alors il entend encore les mots; mais il ne les comprend pas; en effet, il n'entend plus que les voyelles, les bruits consonnes ont disparu, car ceux-ci durent trop peu de temps, souvent 20 fois moins que les sons voyelles. Enfin, en 1816, la surdité est complète pour tous les sons et la courbe a pris la forme (3).

Ce diagnostic d'otite interne se trouve confirmé par l'autopsie faite par le Dr Joh. Wagner le lendemain de la mort.

Il conviendrait d'étudier maintenant l'influence de cette surdité d'origine labyrinthique et cérébrale sur la composition musicale de Beethoven.

A 15<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16<sup>h</sup>.

É. P.

### ERRATA.

(Séance du 28 novembre 1927.)

Note de M. Nicolas Mouskhelichvili (*Muschelishvili*), Sur l'intégration approchée de l'équation biharmonique :

Page 1185, note (3), lire Nous supposons que  $f_2(s)$  est continue et que  $f_1(s)$  est continue avec sa dérivée première.